

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Уральский государственный лесотехнический университет»  
(УГЛТУ)

**ЭФФЕКТИВНЫЙ ОТВЕТ  
НА СОВРЕМЕННЫЕ ВЫЗОВЫ  
С УЧЕТОМ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ  
ЧЕЛОВЕКА И ПРИРОДЫ, ЧЕЛОВЕКА  
И ТЕХНОЛОГИЙ:  
СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ  
И ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ  
ЛЕСНОГО КОМПЛЕКСА**

МАТЕРИАЛЫ XIII МЕЖДУНАРОДНОЙ  
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ

Екатеринбург  
2021

УДК 630.643:504.03(063)

ББК 65.305.5:20.1я43

Э94

Члены оргкомитета:

Е. П. Платонов, ректор, канд. с.-х. наук, доц. (председатель оргкомитета); М. В. Газеев, проректор по научной работе и инновационной деятельности, д-р техн. наук, доц. (зам. председателя); А. Г. Магасумова, начальник управления научно-инновационной деятельностью, канд. с.-х. наук, доц. (зам. председателя); С. В. Залесов, д-р с.-х. наук, проф.; Е. Ю. Лаврик, канд. пед. наук; Н. П. Бунькова, канд. с.-х. наук, доц.; З. Я. Нагимов, д-р с.-х. наук, проф.; Е. Е. Шишкина, д-р техн. наук, доц.; И. Г. Первова, д-р хим. наук, доц.; В. В. Побединский, д-р техн. наук, проф.; С. И. Колесников, канд. экон. наук, доц.

Э94

**Эффективный ответ на современные вызовы с учетом взаимодействия человека и природы, человека и технологий: социально-экономические и экологические проблемы лесного комплекса** [Электронный ресурс] : матер. XIII Междунар. науч.-техн. конф. ; Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Уральский государственный лесотехнический университет. – Екатеринбург : Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2021. – 15,55 Мб. – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). – Мин. системные требования: IBM Intel Celeron 1,3 ГГц ; Microsoft Windows XP SP3 ; Видеосистема Intel HD Graphics ; дисковод, мышь. – Загл. с экрана.

ISBN 978-5-94984-773-2

Материалы сборника включают доклады, отражающие современные достижения в технологиях рационального природопользования и озеленения населенных пунктов, проектирования, строительства и эксплуатации как дорожно-транспортной инфраструктуры, так и транспортных и технологических систем. Также рассматриваются вопросы применения экологически безопасных и ресурсосберегающих технологий, внедрения цифровых интеллектуальных производственных технологий и решения социально-экономических и гуманитарных проблем развития в современных условиях.

Сборник рассчитан на широкий круг специалистов лесного комплекса и других отраслей народного хозяйства.

Издается по решению редакционно-издательского совета Уральского государственного лесотехнического университета.

УДК 630.643:504.03(063)

ББК 65.305.5:20.1я43

Фото на обложке – Центр информационного обеспечения УГЛТУ  
Ответственный за выпуск – Л. В. Малютина

ISBN 978-5-94984-773-2

© ФГБОУ ВО «Уральский государственный  
лесотехнический университет», 2021

УДК 378.1:001.891

М. В. Газеев, А. И. Сафронов  
(M. V. Gazeev, A. I. Safronov)  
УГЛТУ, Екатеринбург  
(USFEU, Ekaterinburg)

## НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ РАБОТА УГЛТУ (RESEARCH WORK OF USFEU)

*Представлены материалы по научно-исследовательской работе Уральского государственного лесотехнического университета в 2019–2020 г.*

*Materials on the research work of the Ural State Forest Engineering University in 2019–2020 are presented.*

В современных экономических условиях к вузовской науке предъявляются особые повышенные требования, связанные с ужесточением санкций США и Евросоюза против России и необходимостью импортозамещения, а именно создания своих новых наукоемких производственных технологий мирового уровня. В условиях сложной экономической обстановки коллектив университета прилагает усилия для ведения научной работы.

Ученые университета успешно ведут фундаментальные и прикладные исследования и разработки. В первую очередь по приоритетным направлениям научно-технологического развития РФ, в области критических технологий и приоритетных направлений модернизации.

При этом основная тематика работ университета строится по следующим укрупненным блокам.

1. Технологические процессы в области рационального использования, охраны и воспроизводства лесных ресурсов и ландшафтного строительства.

2. Разработка лесозаготовительного, деревообрабатывающего и целлюлозно-бумажного оборудования, повышение его надежности и производительности, улучшение условий труда.

3. Технологии очистки промышленных сточных вод, газовых выбросов и утилизация отходов деревообрабатывающих, целлюлозно-бумажных и химических производств, создание новых композиционных материалов.

4. Проблемы социального и экономического развития лесного комплекса Урала и Западной Сибири, разработка комплекса организационных и технических мероприятий, направленных на дальнейшее повышение производительности и эффективности производства.

Работая в рамках вышеуказанных направлений, УГЛТУ продолжает наращивать свой потенциал, поддерживая и приумножая научно-производственную кооперацию с предприятиями, что отражает объем выполняемых научно-исследовательских и хозяйственных работ, представленных на графике (рис. 1).

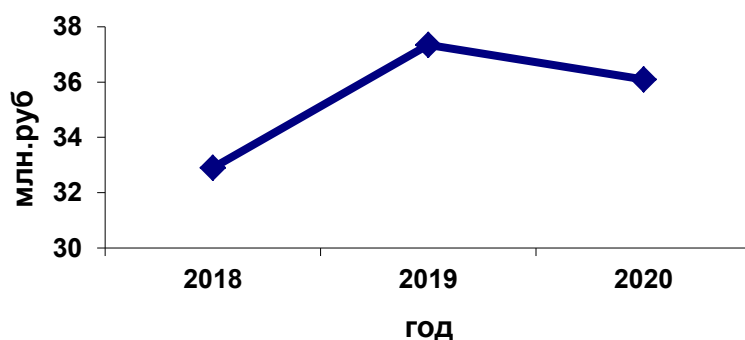


Рис. 1. Объем выполняемых УГЛТУ научно-исследовательских работ с 2018 по 2020 гг. (в 2020 г. объем НИР приведен за 10 месяцев)

В 2019 г. были успешно завершены четыре проекта фундаментальных научных исследований, проведенных в рамках государственного задания Минобрнауки России (2017–2019 гг.) по следующим тематическим разделам:

– №АААА-А17-117042510418-4 **«Метод спинового зонда для установления связи способа и условий синтеза оксидных систем, химической модификации их поверхности и физико-химических свойств материалов»** (руководитель профессор Л. С. Молочников), где была доказана возможность контроля и модификации, важнейших для оксидного катализатора, работающего в водной среде, характеристик – величины заряда поверхности и кислотности среды в приповерхностном слое;

– №АААА-А17-117042510414-6 **«Закономерности динамики компонентов лесных насаждений под влиянием антропогенного воздействия»**, (руководитель профессор С. В. Залесов). Исследования позволили проследить динамику изменения таксационных показателей основных компонентов сосновых насаждений за период осушения, установить влияние комплексного воздействия осушительной мелиорации и рубок ухода, выборочных рубок спелых и перестойных насаждений на древостой, подрост и живой напочвенный покров. Результаты проведенных исследований позволяют снизить затраты на проведение лесоводственных мероприятий на осушенных площадях.

– №АААА-А17-117042510415-3 **«Модификация лигнина в процессах получения полимерных материалов со специальными свойствами из растительного сырья»** (руководитель профессор В. В. Глухих). Проведенные исследования с помощью метода дифференциальной сканирующей



калориметрии позволили получить кинетические закономерности создания растительных пластиков без синтетических связующих в присутствии активатора лигнина: смесей пероксида водорода и марганецсодержащего ванадомолибдофосфата натрия. По результатам теплового старения была проведена оценка возможных сроков эксплуатации в отапливаемых помещениях изделий на основе древесного пластика без добавления связующего с биоактивацией сосновых опилок иловой смесью и их модификацией гидролизным лигнином.

– №АААА-А17-117042510417-7 «Разработка физико-химических основ рециклинга промышленных отходов и создания гибридных материалов для оценки качества окружающей среды» (руководитель профессор И. Г. Первова). Проведено исследование по разработке и применению твердофазных реакционных индикаторных систем на основе желатина в современной аналитической практике. Исходная матрица – отвержденный желатиновый гель, являясь оптически прозрачной, позволяет использовать ее при разработке полуколичественных визуальных методов определения ионов металлов, а также сорбционно-спектроскопических методик определения с использованием спектроскопии диффузного отражения. Успех в разработке таких аналитических систем в значительной степени зависит от выбора органического реагента и способа его иммобилизации. Экспериментальным путем найдены оптимальные сочетания «реагент – матрица», что позволило использовать их для разработки тест-систем для определения ионов меди (II) и никеля (II).

Полученные результаты будут способствовать комплексному решению проблем, связанных с переработкой (обезвреживанием) промышленных отходов, получением гибридных систем различной природы, сочетающих достоинства органических и неорганических соединений. Исследования в этой области позволят существенно развить представления о полифункциональных материалах и расширить возможности практического использования результатов в сфере химической технологии.

В 2020 г. научный коллектив исследователей университета выиграл в конкурсе НИР, выполняемых по заданию Минобрнауки России, и получил финансирование по теме FUEG-2020–0013 «Экологические аспекты рационального природопользования» (2020–2022 гг.) с объемом финансирования более 10 млн руб. в год. (руководитель проекта С. В. Залесов, ответственный исполнитель И. Г. Первова)

Большая работа проведена профессором В. Г. Лабунцом в рамках двух проектов РФФИ:

грант РФФИ №17-07-00886 «Быстрые многопараметрические элементарные преобразования для обобщенной OFDM-технологии передачи данных» (2018-2020 г.г.);

грант РФФИ-№19-29-09022 «Разработка теории быстрых многопараметрических ортогональных преобразований с крипто-ключами с целью создания методов анализа, обработки и технологий передачи с повышенной информационной безопасностью больших объемов цифровых видеоданных» (2019–2020 гг.). Проекты направлены на решение фундаментальной проблемы информатики, связанной с разработкой быстрых адаптивных ортогональных преобразований, для построения перспективных помехозащищенных систем передачи данных на основе обобщенных OFDM-технологий и обладающей всеми тремя типами скрытности.

Для повышения эффективности научной и учебной деятельности УГЛТУ в 2019 г. были созданы научно-образовательные центры (НОЦ):

- на базе химико-технологического института НОЦ «Полимерных материалов» с целью объединения и координации усилий подразделений УГЛТУ для оказания помощи предприятиям и организациям Уральского федерального округа в создании и освоении производства новой наукоемкой продукции и подготовки кадров с современными профессиональными компетенциями в области технологий получения и применения полимерных материалов и композитов.

- на базе института леса и природопользования создан НОЦ «Дендроэкологии и садоводства» с целью оптимизации расходов и структуры управления, а также повышения качества образовательного и научного процессов.

НОЦ «Экологическая безопасность территорий» на базе НИИ «Экотоксикологии» разработана программа развития центра и существует большой практический опыт реализации проектов на территории ХМАО и ЯНАО. В 2019/20 учебном году в УГЛТУ был проведен семинар о разработке научных центров на практическом примере НИИ «Экотоксикологии», были разосланы методические рекомендации по работе НОЦ.

Ученые университета принимают участие в работе Западно-Сибирского межрегионального НОЦ на базе ТюмГУ в г. Тюмень, а также в стратегических сессиях по созданию Уральского межрегионального НОЦ на базе УрФУ в г. Екатеринбурге Проект «Защита сеянцев лесных пород с закрытой корневой системой (ЗКС) в закрытом грунте (Технология выращивания и лесовосстановления сеянцами с закрытой корневой системой в таежной зоне Урала)» под руководством доцента кафедры лесоводства А. С. Оплетаева вошел в перечень приоритетных по направлению Биологическая безопасность человека, растений и животных. Данный проект предназначен:

- продвигать на рынок технологию ЗКС и использование ее для лесовосстановления в УрФО и РФ;

– осуществлять лесовосстановление вырубок и гарей, лесную рекультивацию нарушенных земель; лесную компенсацию территорий предприятиями недропользователями.

Проект под руководством доцента кафедры ХТДБиН А. В. Свиридова «Алюмосиликатные сорбенты для предотвращения и ликвидации техногенных аварий, очистки промышленных сточных вод» вошел в перечень приоритетных по направлению Промышленная экология и нацелен на решение ряда экологических задач Свердловской области путем использования разработанных УГЛТУ сорбентов для очистки питьевых и сточных вод (шахтных вод).

На хорошем уровне продолжается работа патентного отдела УГЛТУ по защите полученных в исследованиях результатов интеллектуальной деятельности. В 2019 г. ученые университета получили 30 охранных документов, из них 11 патентов и 18 свидетельств на программы для ЭВМ и баз данных. Университет традиционно защищает приоритет по таким направлениям, как лесное хозяйство, технология деревообработки, оборудование ЦБП, безопасность автомобильного транспорта. Некоторые изобретения находятся на стадии лицензионной проработки. Создаются объекты интеллектуальной собственности по заданию Минобрнауки при выполнении НИР и ставятся на бухгалтерский учет.

В 2019 г. на базе РИД, переданному по лицензионному соглашению, создано новое малое инновационное предприятие ООО «Центр лесных компетенций». Целью создания данного МИП являлась практическая реализация научных разработок сотрудников университета в реальном сегменте лесопромышленного сектора экономики, а также их коммерциализация. Предприятие успешно ведет деятельность и выполняет работы по разработке и сопровождению проектов освоения лесов, проектов противопожарного обустройства лесных участков, проектов лесовосстановления и др.

Университет активно участвовал в работе международных отраслевых выставок машин, оборудования и технологий для лесной и деревообрабатывающей промышленности – «LESPROM-URAL Professional», «ЭКС-ПОМЕБЕЛЬУРАЛ», Уральской международной выставки – форума промышленности и инноваций «ИННОПРОМ», в роли организатора Международного евразийского симпозиума «Деревообработка: технологии, оборудование, менеджмент XXI века».

С целью обсуждения и анализа проблем, стоящих перед высшей школой на современном этапе, на площадке УГЛТУ были организованы и проведены XII Международная научно-техническая конференция «Лесная наука в реализации концепции уральской инженерной школы: социально-экономические и экологические проблемы лесного комплекса», Междуна-

родная научно-практическая конференция «Уральская горная школа – регионам».

Научно-исследовательская работа студентов остаётся одной из основных составляющих частей научного и учебно-воспитательного процессов.

С сентября 2020 г. на основании Положения о студенческом научном обществе начали действовать 3 научных кружка: студенческое конструкторское бюро «Автомобильные дороги»; студенческое конструкторское бюро «Механик»; студенческий научный кружок «Дисперсия». Они занимаются как научно-исследовательской, так и опытно-конструкторской и научно-популяризационной деятельностью.

Ежегодно в апреле проходят Дни науки университета, в рамках которых проведены следующие мероприятия:

- XV Всероссийская научно-техническая конференция студентов и аспирантов «Научное творчество молодежи – лесному комплексу России», в работе которой принимают участие студенты из других вузов: УрГАУ (г. Екатеринбург), ЮУрГУ (г. Челябинск), ВятГУ (г. Киров) и ГАУ СЗ (г. Тюмень).

- VII Всероссийская научно-практическая конференция «Формирование профессиональной компетентности обучающихся»;

- VI Международная научно-практическая конференция молодых ученых на иностранных языках «Актуальные проблемы профессиональной сферы в современном мире»;

- VIII Региональная научно-практическая конференция «Современные проблемы высшего образования в сфере сервиса и туризма»;

- в рамках XI Международной студенческой научной конференции «Студенческий научный форум – 2019» проведена секция «Актуальные проблемы лесотехнического образования»;

- неделя иностранных языков «Год театра»;

- семинар для исследователей «Научный контент: ближе, чем Вы думаете»;

- семинар для студентов «Я – исследователь»;

- научно-практическая конференция магистрантов «Современные достижения и проблемы кадастровой деятельности».

В октябре 2020 г. на базе кафедры ФХТЗБ была проведена Внутривузовская научно-практическая конференция по химии, в которой приняли участие студенты 1-го и 2-го курса ХТИ.

Университет выпускает журнал «Леса России и хозяйство в них» и показывает хороший уровень публикационной активности.

Динамика публикационной активности УГЛТУ представлена на рис. 2.

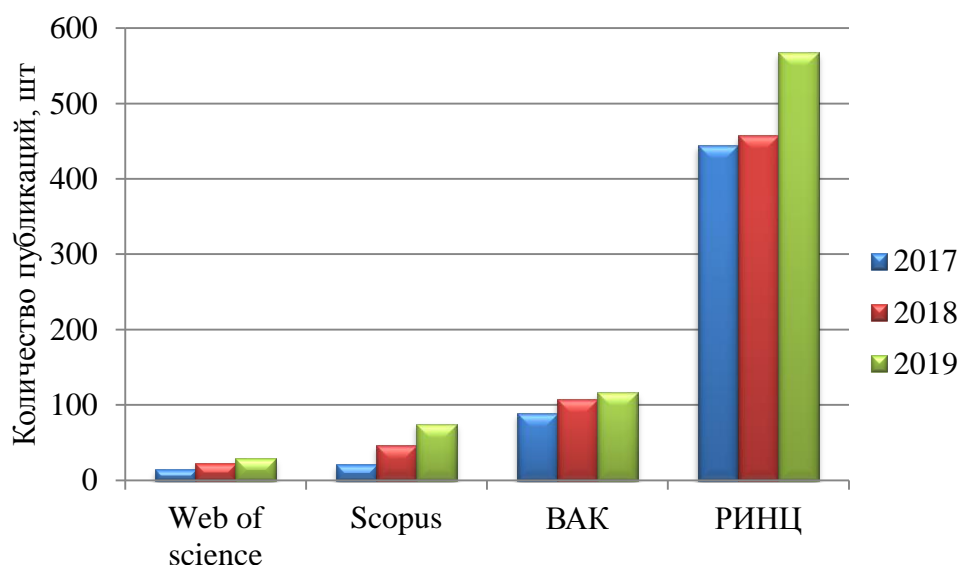


Рис. 2. Диаграмма числа публикаций, индексируемых в российских и международных базах данных

По результатам научных исследований студентами и магистрантами вуза в 2019 г. было опубликовано 418 научных публикаций, из них в журналах, входящих в базы РИНЦ, – 201 публикация, ВАК – 15 публикаций и 1 публикация в базе Scopus. Об уровне научного потенциала качества научных исследований свидетельствуют призовые места и награды, полученные молодыми учеными и студентами. На различные конкурсы, олимпиады студентами в 2019 г. были представлены работы, которые были отмечены 405 наградами в виде дипломов, грамот, премий, медалей.

## ПРОБЛЕМЫ РАЦИОНАЛЬНОГО ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ И ОЗЕЛЕНЕНИЯ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ

УДК 630.272(470.54–25)

В. В. Абраменко, Н. П. Бунькова  
(N. P. Bunkova, V. V. Abramenko)  
УГЛТУ, Екатеринбург  
(USFEU, Yekaterinburg)

### СОСТОЯНИЕ СРЕДЫ ЛЕСОПАРКОВОГО КОЛЬЦА ГОРОДА ЕКАТЕРИНБУРГА МЕТОДОМ ФЛУКТУИРУЮЩЕЙ АСИММЕТРИИ (STATE OF THE ENVIRONMENT OF THE FOREST PARK RING OF YEKATERINBURG BY FLUCTUATING ASYMMETRY METHOD)

*Ухудшение или условную норму экологического состояния в лесной зоне вокруг города может показать анализ эдификатора. Такой метод может помочь определить изменения в среде произрастания как отдельного вида, так и насаждения в целом. В процессе исследования выявлено, что некоторые из лесопарков имеют уже критический балл экологического состояния насаждения, другие – условную норму. Это указывает на необходимость контроля состояния всего лесопаркового кольца города Екатеринбурга.*

*An edificator analysis can show a deterioration or conditional norm of the ecological state in the forest zone around the city. This method can help determine changes in the growing environment of both an individual species and the plant as a whole. The study revealed that some of the forest parks already have a critical score of the ecological state of the plantings, while others have a conditional norm. This indicates the need to monitor the condition of the entire forest park ring of the city of Yekaterinburg.*

Лесная зона вокруг города предназначена для поддержания благоприятной экологической обстановки. Это проявляется в улучшении микроклимата, защите почвенного покрова от водной и ветровой эрозии, очищении воздуха от загазованности и иных выбросов, уменьшении температурных колебаний атмосферы и др., а также поддержании массового отдыха для граждан, которое оказывает положительное влияние на здоровье и психофизическое состояние. Город Екатеринбург окружён лесопарковым кольцом, которое состоит из 13 лесопарков.

Для оценки качества среды в лесопарках города Екатеринбурга использовался метод флуктуирующей асимметрии (ФА) по листьям берёзы повислой (*Betula pendula* Roth.). Объектами изучения стали лесопарки Калининский, им. Лесоводов России, Шарташский, Южный, Московский, Шувакишский, Нижне-Исетский, Уктусский. Для контроля определена условно-контрольная точка в Сысертском лесничестве, находящаяся на удалении от автомобильных дорог, населённых пунктов, заводов и другого антропогенного влияния.

Для каждой пробной площади определялся показатель ФА по шкале оценки отклонений состояния организма от условий нормы по величине интегрального показателя стабильности развития для берёзы повислой (*Betula pendula* Roth.) (табл. 1.). Показатели ФА с I баллом наблюдаются в насаждениях с благоприятными условиями произрастания. Критическое же состояние (V балл) показывает, что растения и насаждение в целом находятся в сильно угнетённом состоянии [1].

Таблица 1

Шкала оценки отклонений состояния организма от условий нормы по величине интегрального показателя стабильности развития для берёзы повислой (*Betula pendula* Roth.).

Балл	Величина показателя стабильности развития	Значение стабильности развития
I	< 0,040 (условная норма)	Стабильное
II	0,040 – 0,044	Незначительное отклонение
III	0,045 – 0,049	Средний уровень отклонения
IV	0,050 – 0,054	Значительное отклонение
V	> 0,054 (сильное, экстремальное)	Критическое состояние

В каждом из вышеперечисленных лесопарков были заложены по три пробных площади по строгой прямой линии: начало, середина и конец лесопарка. Контрольная точка в Сысертском лесничестве была заложена для сравнения городских насаждений лесопарков города, подверженных рекреационному и антропогенному воздействию, с лесами нетронутой природы.

В соответствии с методикой для исследования выбирались деревья, достигшие генеративного возрастного состояния [2]. С пробной площади (ПП) были взяты по 120 листьев с нижней части кроны (12 шт. деревьев), равномерно собранные вокруг дерева от всех доступных точек до ветвей, с каждого дерева берёзы повислой (*Betula pendula* Roth.) – по 10 листьев [3]. Данные, полученные в результате обработки, представлены в табл. 2.

Таблица 2

Интегральные показатели асимметрии и значения стабильности развития березы повислой (*Betula pendula* Roth.) в условиях лесопаркового кольца Екатеринбурга

Лесопарки	№ ПП	Интегральный показатель асимметрии	Балл состояния	Значение стабильности развития
Шарташский	1	0,0059	I	Стабильное
	2	0,0248	I	Стабильное
	3	0,0315	I	Стабильное
Южный	1	0,0523	IV	Значительное отклонение
	2	0,0804	V	Критическое состояние
	3	0,0874	V	Критическое состояние
им. Лесоводов России	1	0,0683	V	Критическое состояние
	2	0,0319	I	Стабильное
	3	0,0320	I	Стабильное
Калиновский	1	0,0142	I	Стабильное
	2	0,0116	I	Стабильное
	3	0,0442	II	Незначительное отклонение
Шувакишский	1	0,0356	I	Стабильное
	2	0,0520	IV	Значительное отклонение
	3	0,0525	IV	Значительное отклонение
Московский	1	0,0412	II	Незначительное отклонение
	2	0,0121	I	Стабильное
	3	0,0216	I	Стабильное
Нижне-Исетский	1	0,0246	I	Стабильное
	2	0,0111	I	Стабильное
	3	0,0442	II	Незначительное отклонение
Уктусский	1	0,0738	V	Критическое состояние
	2	0,0327	I	Стабильное
	3	0,0247	I	Стабильное
Сысертское лесничество (условно-контрольная точка)	1	0,0188	I	Стабильное

Согласно полученным данным, в Южном лесопарке оценка отклонений состояния организма от условий нормы составила V баллов (критическое состояние). Это можно объяснить тем, что вблизи лесопарка находится нефтебаза «Шабры», в центральной части – п. Полевой, а также проходят ЛЭП.



Следует отметить, что лесопарк окружен на 3/4 части автомобильной дорогой, на его территории находится Южное кладбище. Таким образом, нагрузка всех рекреационных, антропогенных факторов и хранение нефти вблизи лесопарка привели к значительному ухудшению санитарного и экологического состояния насаждения.

В результате проведенных исследований установлено, что высокие показатели имеет Шувакишский лесопарк – IV балла (значительное отклонение). На территории лесопарка находятся коллективные сады, проходит железная дорога, а также располагается оз. Шувакиш, что свидетельствует о высоком антропогенном воздействии.

Аналогичная ситуация наблюдается в Уктусском лесопарке и лесопарке им. Лесоводов России. Последние имеют критическое состояние на ПП 1 (V балл), что свидетельствует о снижении качества насаждений в результате высокой рекреационной деятельности: наличие автомобильной дороги, высокий процент сбоя минерализованной поверхности в результате большого потока посетителей и неорганизованной дорожно-тропиночной сети.

### **Выводы**

1. Общее состояние среды зеленого лесопаркового кольца города Екатеринбурга можно назвать стабильным. Из восьми лесопарков устойчивые показатели ФА имеют четыре: Шарташский лесопарк, Калиновский лесопарк, Московский лесопарк, Нижне-Исетский лесопарк. Их состояние можно оценить как стабильное.

2. Южный и Шувакишский лесопарки имеют высокие показатели отклонения состояния организма от условий нормы по показателям флуктуирующей асимметрии, что свидетельствует о высоком антропогенном и рекреационном воздействии.

3. Значение стабильности развития среды по показателям флуктуирующей асимметрии может давать объективную оценку насаждениям, расположенным в городской черте.

### *Библиографический список*

1. Залесов С. В., Бачурина А. В., Шевелина А. О. Оценка стабильности состояния березы на различном удалении от ОАО «Уфалейникель» // Леса России и хоз-во в них. – 2018. – Вып. 1 (64). – С. 21–27.

2. Залесов С. В., Бачурина А. В. Использование метода флуктуирующей асимметрии листовой пластинки березы повислой для оценки качества среды в городах Челябинской области // Лесная наука в реализации концепции уральской инженерной школы: социально-экономические и

экологические проблемы лесного сектора экономики : матер. XII Междунар. науч.-техн. конф. – Екатеринбург : Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2019. – С. 166–169.

3. Методические рекомендации по выполнению оценки качества среды по состоянию живых существ (оценка стабильности развития живых организмов по уровню асимметрии морфологических структур): утв. распоряжением Росэкологии от 16.10.2003 № 460-р. – М., 2003. – 25 с.

УДК 58.085

Н. А. Акшикова  
(N. A. Akshikova)  
ПГТУ, Йошкар-Ола  
(PGTU, Yoshkar-Ola)

# **ВЛИЯНИЕ РЕГУЛЯТОРОВ РОСТА НА РОСТ МИКРОПОБЕГОВ (*OXYCOCCUS MACROCARPUS*) НА ИСКУССТВЕННЫХ ПИТАТЕЛЬНЫХ СРЕДАХ**

(THE INFLUENCE OF GROWTH REGULATORS ON THE GROWTH OF  
(*OXYCOCCUS MACROCARPUS*) ON ARTIFICIAL NUTRIENT MEDIA)

*Рассмотрена проблема воспроизводства качественного растительного материала ягодных культур в области рационального использования биотехнологии.*

*The problem of reproduction of high-quality plant material of berry crops in the field of rational use in the field of biotechnology is considered.*

Всевозможные методы клеточной инженерии дают возможность получать ткани или даже целые организмы из отдельных клеток. Растительный организм как объект клонирования выбран неслучайно, он больше всех поражается вирусными заболеваниями [1].

Клюква крупноплодная (*Oxycoccus macrocarpus*) является ценной ягодной культурой, широко распространенной во всем мире. Поэтому представляет интерес оптимизация ускоренного масштабного размножения in vitro новейших высокоурожайных, ценных для производства растений. Полученные данным способом растения характеризуются комплексной устойчивостью к болезням и вредителям [1, 2]. По данным Шавроцкого, при увеличении количества минеральных удобрений снижается содержание аскорбиновой кислоты в плодах, повышаются урожайность и размеры ягод [3] изучаемых растений, что существенно может повысить спрос ягодной

культуры для дальнейшего изучения и получения наиболее ценных культур.

По литературным данным, габитус, рост, развитие, вегетативная, генеративная продуктивность растений очередного культивирования зависит от гормонального состава питательной среды и условий *in vitro* [4].

Объектом нашего исследования были растения-микрклоны клюквы в культуре ткани.

Основной целью работы было определение влияния регуляторов роста на рост и развитие растений клюквы при микрклональном размножении. Исследования проводились согласно общепринятым классическим методам по культивированию клеток и определению питательных сред. Растительный материал культивировался в лаборатории, оборудованной стеллажами, с освещением 1600 лк, 16-часовым световым и 8-часовым темновым периодами, при температуре 24 °С и относительной влажности воздуха 70–75 %.

Для культивирования тканей на каждом из этапов размножения требуется применение определенного состава питательной среды. В данном случае культивирование проводили на питательной среде по составу Андерсена в специальных (стерильных) условиях в течение 2 месяцев. При размножении микропобегов в состав питательной среды добавляли фитогормоны 6 БАП в концентрации 1 мг/л и 0,5 мг/л и кинетин в концентрации 1 мг/л и 0,5 мг/л.

Результаты эксперимента представлены в таблице.

Зависимость количества образованных микропобегов *Oxycoccus macrocarpus* от концентрации и типа гормона

Гормон	Концентрация, мг/л	Количество микропобегов, шт.
6 БАП	1	28
	0,5	24
Кинетин	1	16
	0,5	9

По данным таблицы видно, что наибольшее количество микрклонов образовалось при добавлении в питательную среду гормона 6 БАП в концентрации 1 мг/л, несколько меньшее – при концентрации 0,5 мг/л. Использование в составе питательной среды фитогормона кинетина сократило образование дочерних побегов в 2 раза по сравнению с 6 БАП.

Использование регуляторов роста, воздействующих на процессы стимуляции и развития, обеспечивает большой экономический эффект при малых затратах труда и средств.

*Библиографический список*

1. Бутенко Р.Г. Биология клеток высших растений *in vitro* и биотехнологии на их основе: учеб. пособие. – М.: ФБК-ПРЕСС, 1989. – 160 с.
2. Высоцкий В.А. О генетической стабильности при клональном микроразмножении плодовых и ягодных культур // Сельскохозяйственная биотехнология. – 1995. – №5. – С. 57–63.
3. Щавровский В. А., Запаранюк А. Е. Влияние весеннего внесения минеральных удобрений на урожайность, размер и биохимический состав ягод клюквы // Леса Урала и хоз-во в них : сб. науч. тр. – Свердловск, 1990. – Вып. 15. – С. 73–78.
4. Сельскохозяйственная биотехнология: учебник / В.С. Шевелуха, Е. А. Калашникова, Е.С. Воронин и др.; под ред. В.С. Шевелухи. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Высш. шк., 2003. – 469 с.

УДК 360<sup>+</sup> 431.2

Е. В. Архипов, И. В. Новокшенов  
(E. V. Archipov, I. V. Novokshonov)  
ГНПП «Бурабай», Бурабай  
(SNNP «Burabai»)  
И. А. Панин  
(I. A. Panin)  
УГЛТУ, Екатеринбург  
(USFEU, Yekaterinburg)

**ГОРИМОСТЬ ЛЕСОВ В ГОСУДАРСТВЕННОМ  
НАЦИОНАЛЬНОМ ПРИРОДНОМ ПАРКЕ «БУРАБАЙ»  
И ПУТИ ЕЕ МИНИМИЗАЦИИ**  
(FIRE FREQUENCY OF FORESTS IN STATE NATIONAL NATURAL  
PARK «BURABAY» AND WAYS OF ITS MINIMIZATION)

*На основании книг учета лесных пожаров, возникших на территории государственного национального природного парка «Бурабай», проанализированы показатели фактической горимости лесов. Установлено, что наиболее опасными в пожарном отношении были 2009 и 2010 гг. В последующие годы благодаря предпринимаемым усилиям показатели фактической горимости лесов были значительно ниже. Основное количество лесных пожаров имеет антропогенное происхождение, что вызывает необходимость усиления противопожарной пропаганды.*

*On the basis of record books of forest fires that have arisen on the territory of the state national natural park «Burabay», the indicators of actual forest fire frequency have been analyzed. It was found that 2009 and 2010 were the most dangerous in terms of fires. In subsequent years, thanks to the ongoing efforts, the indicators of the actual forest fire frequency were significantly lower. The majority of forest fires are of anthropogenic origin, so it is necessary to strengthen fire preventive propaganda.*

Известно, что одним из природных бедствий, наносящих огромный ущерб экономикам стран мира и создающим угрозу для жизни населения, считаются природные пожары [1-3]. Не является в этом плане исключением и Республика Казахстан. Несмотря на низкие показатели лесистости, в данной республике ежегодно фиксируются сотни лесных пожаров [4]. Последнее объясняется целым рядом причин. Во-первых, из-за незначительной лесистости наблюдается концентрация отдыхающих в имеющихся лесных массивах, особенно при наличии в них озер и других водных объектов.

Во-вторых, лесные массивы Республики Казахстан в подавляющем большинстве своем расположены среди степей, что обуславливает нередкий переход степных пожаров в лесные.

В-третьих, недостаток влаги в летние месяцы в сочетании с высокими температурами и сильными ветрами способствует быстрому распространению огня в случае возникновения лесного пожара [5, 6].

Не следует недоучитывать и тот факт, что многие отдыхающие, находясь в лесу, пренебрегают соблюдением правил пожарной безопасности.

Совершенствование охраны лесов от пожаров может быть обеспечено только при условии детального анализа горимости лесов за длительный период. Нами в процессе исследований были проанализированы показатели фактической горимости лесов государственного национального природного парка «Бурабай» (ГНПП «Бурабай») за период с 2008 по 2019 гг. В основу исследований положены данные книги учета лесных пожаров и материалы натурных обследований.

ГНПП «Бурабай» расположен в Акмолинской области, занимая часть территории Бурабайского и Енбекшильдерского районов.

Рельеф природного парка представлен сложным сочетанием низких гор, сопков и равнин, пересеченных редкой сетью речных долин и мелких озерных котловин. Основные формы рельефа – гривы и остроконечные холмы, разобщенные между собой неглубокими седловинами, межгрядовыми понижениями и долинами.

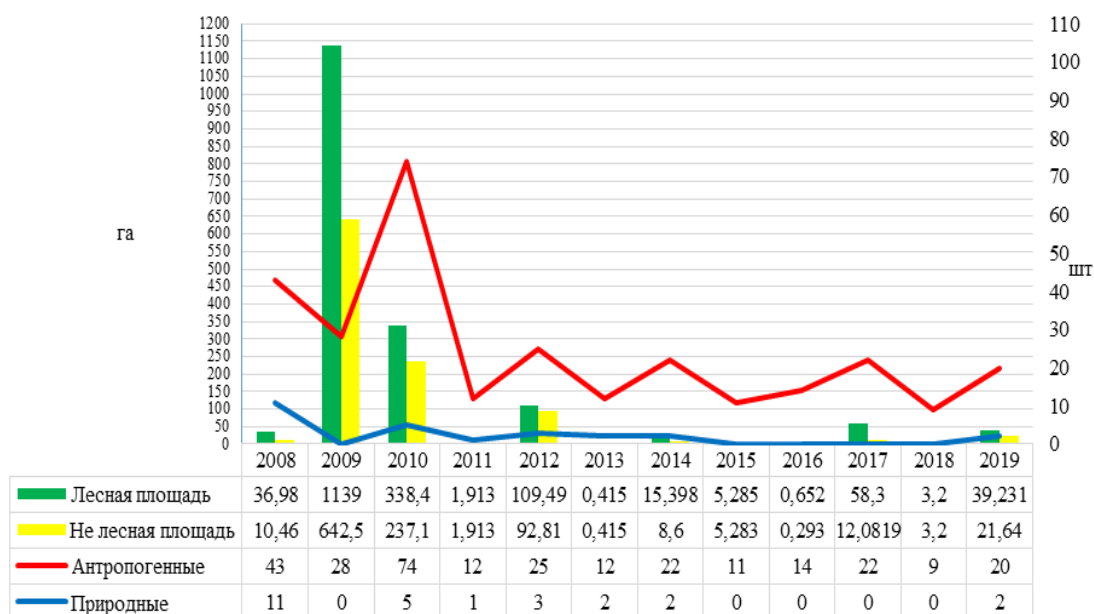
Климат ГНПП «Бурабай» резко континентальный, с жарким летом и суровой малоснежной зимой, смягчающийся влиянием холмогорий, водоемов и лесных массивов.

Годовое количество осадков составляет 250–450 мм в равнинной части и до 500 мм на возвышенной. С апреля по сентябрь выпадает 70–80 % от годовой суммы осадков.

Почвенный покров природного парка характеризуется значительной неоднородностью, что связано с расчлененностью рельефа, многообразием почвообразующих пород, различиями климата и растительности.

На территории парка доминируют сосновые боры с примесью березы и осины, что в сочетании с жарким климатом и наличием большого количества отдыхающих определяет высокие показатели горимости лесов.

Выполненный нами анализ показал, что за период с 2008 по 2019 гг. на территории ГНПП «Бурабай» зафиксировано 318 лесных пожаров. Горимость лесов в различные годы существенно различалась (рисунок).



Распределение количества лесных пожаров и пройденной ими площади на территории ГНПП «Бурабай» по годам

Материалы рисунка наглядно свидетельствуют, что наиболее горимым по количеству лесных пожаров был 2010 г. Из-за засухи на территории парка возникло 79 лесных пожаров. Однако эффективная борьба с огнем способствовала тому, что общая пройденная огнем площадь составила лишь 338,4 га, т.е. средняя площадь пожара не превышала 4,3 га.

Совершенно другая картина наблюдалась в 2009 г., когда возникло лишь 28 лесных пожаров, но их общая площадь составила 1139 га. При этом средняя площадь одного пожара составила 40,7 га, что почти в 10 раз больше таковой в 2010 г. На наш взгляд, в 2009 г. природный парк не был в достаточной степени готов к эффективной борьбе с огнем.

Укомплектование парка новой противопожарной техникой и обучение лиц, занятых на тушении лесных пожаров, обусловило эффективную охрану лесов от пожаров в 2010 г. и последующие годы.

В то же время, несмотря на предпринимаемые усилия, количество лесных пожаров за период с 2011 по 2019 гг. варьировалось от 9 до 28. Особо следует отметить, что основное количество лесных пожаров возникло по вине местного населения и отдыхающих. Доля лесных пожаров, имеющих антропогенное происхождение, за период с 2008 по 2019 гг. составила 91,8 %. Последнее свидетельствует о необходимости усиления противопожарной пропаганды во всех слоях населения.

Подавляющее количество лесных пожаров относится к низовым. Однако, учитывая горный рельеф местности, логично предположить высокую вероятность развития низовых лесных пожаров в верховые, что, в частности, произошло 19.07.2019 г. в квартале 15, выделе 18 Акылбайского лесничества.

В целях минимизации ущерба от лесных пожаров необходимо своевременное их обнаружение и оперативное тушение. Особо следует отметить необходимость своевременного проведения санитарных рубок и уборки захламленности в целях минимизации напочвенных горючих материалов.

### **Выводы**

1. Лесные пожары имеют место на территории ГНПП «Бурабай» ежегодно, что обуславливает необходимость повышенного внимания к охране лесов от пожаров.

2. Среди лесных пожаров доминируют низовые. Однако, учитывая особенности рельефа местности, можно отметить высокую вероятность развития их в верховые.

3. За период с 2008 по 2011 гг. по количеству лесных пожаров выделялся 2010 г., а по пройденной огнем площади – 2009 г.

4. Поскольку 91,8 % всех зафиксированных лесных пожаров имеют антропогенное происхождение, необходимо повысить внимание к противопожарной пропаганде, охватив ею все слои как местного населения, так и отдыхающих.

5. В целях минимизации послепожарного ущерба необходимо обеспечить своевременное обнаружение и оперативное тушение всех возникающих лесных пожаров.

### *Библиографический список*

1. Защита населенных пунктов от природных пожаров / С.В. Залесов, Г.А. Годовалов, А.А. Кректунов, Е.Ю. Платонов // Аграрный вестник Урала. – 2013. – № 2 (108). – С. 34–36.

2. Кректунов А.А., Залесов С.В. Охрана населенных пунктов от природных пожаров. – Екатеринбург: Урал. ин-т ГПС МЧС России, 2017. – 162 с.
3. Шубин Д.А., Залесов С.В. Послепожарный отпад деревьев в сосновых насаждениях Приобского водоохранного сосново-березового лесохозяйственного района Алтайского края // Аграрный вестник Урала. – 2013. – № 5 (111). – С. 39–41.
4. Архипов Е.В., Залесов С.В. Динамика лесных пожаров в Республике Казахстан и их экологические последствия // Аграрный вестник Урала. – 2017. – № 4 (158). – С. 10–15.
5. Марченко В.П., Залесов С.В. Горимость ленточных боров Прииртышья и пути ее минимизации на примере ГУ ГЛПР «Ертыс орманы» // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2013. – № 10 (108). – С. 55–59.
6. Шубин Д.А., Малиновских А.А., Залесов С.В. Влияние пожаров на компоненты лесного биогеоценоза в Верхне-Обском боровом массиве // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2013. – № 6 (44). – С. 205–208.

УДК 712.4

Л. И. Аткина  
(L. I. Atkina)  
УГЛТУ, Екатеринбург  
(USFEU, Yekaterinburg)

**АНАЛИЗ СТЕПЕНИ БЛАГОУСТРОЙСТВА  
БЕРЕГОВОЙ ТЕРРИТОРИИ РЕКИ ИСЕТИ  
В ГРАНИЦАХ ГОРОДА ЕКАТЕРИНБУРГА**  
(ANALYSIS OF THE STATE OF THE ISET RIVERBANK AREA  
IMPROVEMENT IN YEKATERINBURG)

*Дана характеристика прибрежных территорий реки Исети в границах города Екатеринбурга. Выделены три категории с различным уровнем благоустройства.*

*The characteristics of the Iset riverbank area within the boundaries of Yekaterinburg are given. Three categories with different levels of improvement have been identified.*

Благоустройство береговых территорий является одним из основных мероприятий, формирующих образ городской среды. В. О. Ключевской





По итогам проведенного анализа и исследования земли были разделены на следующие категории: благоустроенные (участки, занятые жилыми застройками, общественно-деловыми комплексами, набережные и др.); заросшие стихийными зарослями древесных растений (участки, располагающиеся около парков, которые в прибрежной полосе не имеют обустройства подходов и спусков к реке), а также заболоченные (участки, затопленные водой или подтопленные грунтовыми водами). Степень благоустройства берегов Исети представлена в таблице.

Благоустройство береговой территории р. Исети  
(показатель – протяженность в погонных метрах)

Категория территории	Правый берег	Левый берег	Всего
Благоустроенная	10200	12990	23109
в.т.ч. с озеленением	8220	8200	16420
без озеленения	2000	4810	6810
Заросшая стихийными зарослями	9220	6340	15560
Заболоченная	2400	2700	5100

Долевое участие отражено на рис. 2.

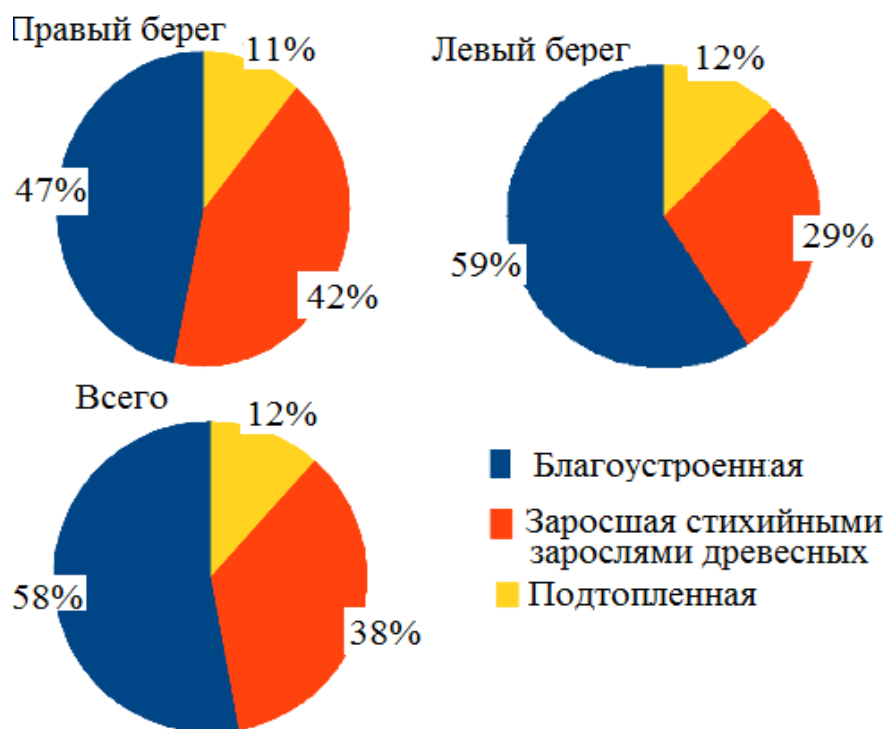


Рис. 2. Долевое участие категорий благоустройства берегов р. Исеть

По результатам обследования территории можно сделать вывод, что большую долю занимают благоустроенные земли, от 47 % на правом до 59 % на левом берегу, в среднем составляя 53 %. Обращает на себя внимание высокий процент озелененности прибрежных территорий в центре города – от 60 % (на левом) до 80 % (на правом берегу). Доля территорий, занятых стихийными зарослями, больше на правом берегу, что отражает историческую ситуацию застройки на берегах р. Исети.

Если рассмотреть отдельные участки реки, то очевидно, что на большом протяжении берега Исети не благоустроены. Так, участки 1, 4 и 5 практически не имеют следов благоустройства. Участок 1 располагается в зоне промышленных предприятий, складских помещений и других промышленных площадок, близких к железной дороге. Участки 4 и 5 – зоны активно развивающейся территории города. Береговая линия реки здесь очень извилиста, причудлива, живописна. Но именно здесь размещаются все подтопленные территории. В перспективе развития этой части города предполагается архитектурная работа с береговой зоной. Можно выразить надежду, что она не будет искусственно упрощена, как это наблюдается в центральной части города, а будет сохранена ее уникальность [4].

Отличаются по видовому составу участки 2 и 3 от остальных. Эта часть Исети окаймлена набережными, скверами и парками. Практически нет природной растительности, она полностью заменена на декоративные посадки: яблони, тополя, липы, ясени. Из лиственных сформированы аллеи, свободными группами они практически не произрастают.

Первый участок — сплошные вегетативные заросли клася яснелистного с вкраплениями кустарниковых ив. Эта территория имеет низкую эстетическую оценку, но она выполняет большую экологическую функцию, задерживая загрязненные стоки, текущие по крутым склонам со стороны дорог в р. Исеть. Четвертый и пятый участки сформированы как природными компонентами – зарослями ивы и ольхи серой, так и искусственными посадками из тополя бальзамического. Здесь также в большом количестве встречается клен яснелистный, который полностью закрывает вид на реку.

При обследовании установлено, что большое количество зданий строилось вблизи реки, в пределах водоохранной зоны. Это относится как к старым промышленным постройкам, так и к новым. В 2016 г. на правом берегу Исети было выстроено здание «Огни Екатеринбурга», которое расположили примерно в 10 м от уреза реки, что нарушает существующие нормы градостроительства. Местность, пролегающая между выстроенным зданием и берегом реки, была задернована и благоустроена. Видны следы создания искусственной насыпи по берегу. Очевидно, был искусственно изменен контур берега.

Как вывод, можно утверждать, что в настоящее время Исеть не имеет равноценного рекреационного раскрытия на своем протяжении. Все еще на большей части она представляет собой заброшенный, укрытый стихийными зарослями, закрытый от глаз людей водоток, а не композиционную ось для создания красивых пейзажей.

### *Библиографический список*

1. Ключевский В. О. Курс русской истории. Лекция 4. – URL: <http://www.kulichki.com/inkwell/text/special/history/kluch/kluch04.htm> (дата обращения: 07.10.2020).
2. Литвинов Д.В. Градозэкологические принципы развития прибрежных зон: на примере крупных городов Поволжья: автореф. дис. ... канд. арх-ры: 18.00.04 / Литвинов Денис Владимирович. – СПб, 2009. – 24 с.
3. Аткина Л.И., Луганская С.Н., Вишнякова С.В. Рекреационный потенциал береговой зоны реки Патрушихи в границах г. Екатеринбурга // Евразийский союз ученых. – 2014. – № 5–6. – С. 84–86.
4. Жукова М.В, Станислав Я.В. Благоустройство болотистой местности как новое направление в ландшафтной архитектуре// Технологии и оборудование садово-паркового и ландшафтного строительства : сб. ст. Всерос. науч.-практ. конф. – Красноярск, 2019. – С. 19–21.

УДК 37.018.46/630

Р. Р. Байтурина, В. Ф. Коновалов, А. К. Габделхаков  
(R. R. Baiturina, V. F. Konovalov, A. K. Gabdelhakov)  
Баш ГАУ, Уфа  
(BSAU, Ufa)

### **ЛЕСОВОССТАНОВЛЕНИЕ В РЕСПУБЛИКЕ БАШКОРТОСТАН (FOREST REFORESTATION IN THE REPUBLIC OF BASHKORTOSTAN)**

*Приводятся данные по лесовосстановлению и санитарному состоянию лесов на территории Республики Башкортостан.*

*The article provides data on reforestation and sanitary condition of forests on the territory of the Republic of Bashkortostan.*

В российских лесах каждый год ведется заготовка в объеме более 200 млн м<sup>3</sup> хозяйственно ценных пород древесины. От своевременной и полной реабилитации эксплуатируемых лесных насаждений зависит сохранение средообразующих, водоохраных, защитных и оздоровительных

функций лесов [1, 2], а также стабильность лесного сектора экономики страны. Площадь лесного фонда на территории Республики Башкортостан (РБ) составляет 5,7 млн га, лесистость территории – 39,9 % (в среднем по России – 46,6 %, по Поволжскому федеральному округу – 36,5 %).

Работы по охране, защите и воспроизводству лесов на указанной территории проводятся 32 лесхозами, государственным казённым учреждением «Управление лесничествами», Центром предупреждения и тушения лесных пожаров, арендаторами лесов. Кроме того, в ведении Министерства лесного хозяйства РБ находится государственное бюджетное профессиональное образовательное учреждение «Уфимский лесотехнический техникум».

Распределение запаса древесины по хозяйствам приведено на рис. 1.

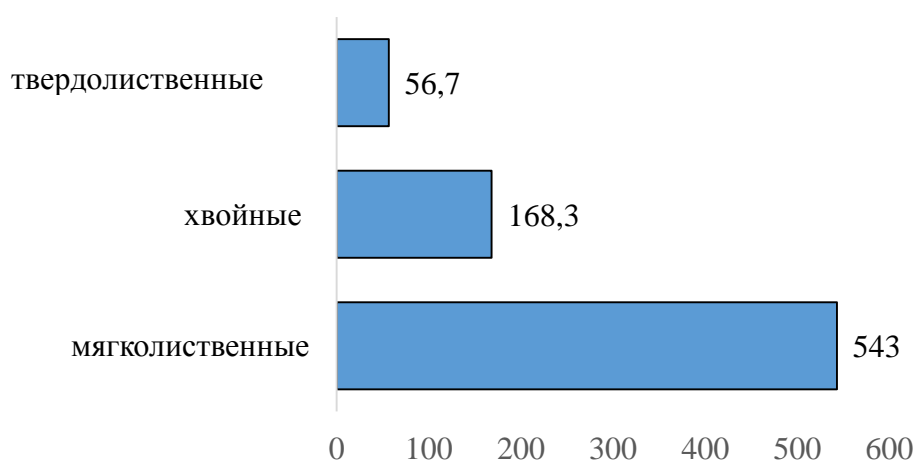


Рис. 1. Распределение запаса древесины, млн м³

Отметим, что возрастная структура лесного фонда неравномерна: доля молодняков составляет 7 %; средневозрастных – 20 %; приспевающих – 16 %; спелых и перестойных – 57 %. Тогда как основные виды республики насчитывают по 5 % дуба и ели, сосны и осины по 15 %; преобладающими являются липа (22 %) и береза (27 %) [2].

В соответствии с Планом основных мероприятий по проведению в 2017 г. в Российской Федерации Года экологии, утвержденным распоряжением Правительства Российской Федерации от 2 июня 2016 г. № 1082-р, были запланированы лесовосстановительные мероприятия. Сегодня проводится реализация принятого решения об увеличении объёмов работ по восстановлению лесов для достижения баланса их выбытия и восстановления. Всего на территории России в течение года было запроектировано проведение работ на площади 945 тыс. га. Ныне по всей стране активно реализуется Всероссийская акция «Всероссийский день посадки леса», инициатором которой стало Федеральное агентство лесного хозяйства.

Мероприятия по лесовосстановлению регламентируются лесным законодательством и нормативными актами, принятыми федеральным орга-

ном управления лесным хозяйством. На территории Республики Башкортостан проведение работ по восстановлению леса арендаторами было запланировано на площади 6,6 тыс. га, что составляет 51 % от общего объема лесовосстановления (ГАУ РБ – лесхозы 6,3 тыс. га).

В 2018 г. эти мероприятия осуществлялись на площади 14,9 тыс. га, что соответствует 115 % к плану (в 2017 г. – план был выполнен на 105 %). Искусственное лесовосстановление выполнено на площади 7,4 тыс. га, или 106 % к плану (в 2017 г. – 104 %). Арендаторами лесных участков посадка леса проводилась на площади 7,3 тыс. га – это 49 % от общей площади лесовосстановления.

На протяжении ряда лет республика лидирует в Приволжском федеральном округе по искусственному лесовосстановлению (в 2018 г. по России – 4-е место). Доля посадки леса в республике является одной из наиболее объемных по Российской Федерации – около 50 % (по России – около 25 %).

В 2018 г. переведены в покрытую лесом площадь более 18 тыс. га участков лесных культур (2009–2011 гг. создания), при этом в 2017 г. данный объем составлял 8,6 тыс. га [3, 4].

Для выполнения лесовосстановительных работ в 2019 г. в республике функционировало 105 лесных питомников общей площадью 790 га с наличием 71 млн шт. посадочного материала, из них 32,4 млн шт. стандартного (94 % – хвойные породы). При этом годовая потребность в сеянцах на лесовосстановительные работы составляет 30 млн экз.

По площади посева семян в питомниках РБ занимает 1-е место в Приволжском федеральном округе (ПФО). План посева в 2018 г. был выполнен на 120 %.

В целях роста объемов лесовосстановления подготовлен федеральный проект «Сохранение лесов», основной целью которого стало обеспечение баланса выбытия и воспроизводства лесов в соотношении 100 % к 2024 г. [5].

Лесовосстановительные работы в лесном фонде республики проводятся на территориях, в том числе подверженных повреждениям вредителями и болезнями. Вследствие этого мероприятия по лесопатологическому обследованию, санитарно-оздоровительные и наземные работы по локализации, а также ликвидации очагов вредных организмов на площадях фонда лесовосстановления очень значимы и проводятся каждый год.

Оценка санитарного состояния проводилась в соответствии с приказом МПР РФ от 20.05.2017 № 607 «О правилах санитарной безопасности в лесах Российской Федерации». Присутствие повреждений оказывает влияние на категории санитарного состояния древесных пород. Определение принадлежности древостоев к категориям санитарного состояния выявило хорошее состояние насаждений. При этом установлено, что по степени

усыхания в пределах 4,1–10 % древостои занимают 7 221,6 га, 10,1–40 % – 8 614,7 га и более 40 % – 866,2 га [3, 4].

На территории Башкортостана выявлены всевозможные причины повреждения и гибели лесов (рис. 2).



Рис. 2. Факторы и площади повреждения насаждений, га

При проведении санитарного обследования лесов выявлены механические повреждения ствола и корней, а также насекомыми и животными, морозобойные трещины, болезни на площади 4 431 га, в том числе повреждение корневой губкой – на 399 га [4].

При изучении видов болезней и повреждений насаждений чаще встречаются «следы» хвое-, листогрызущих и стволовых вредителей (площади повреждения приведены на рис. 3).

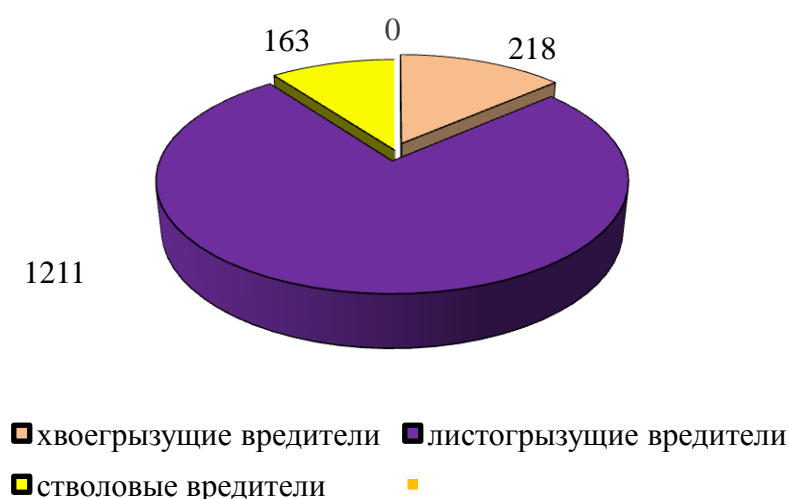


Рис. 3. Площадь очагов вредителей, га



## Выводы

Для обеспечения на уровне 100 % отношения площади лесовосстановления и лесоразведения к площади вырубленных и погибших лесных насаждений Минлесхозом республики в 2019 г. было засажено больше территории, чем вырублено. Важно не только сохранить подобные темпы создания лесных культур, но и обеспечить высокий процент их приживаемости и сохранности, что полностью соответствует федеральным проектам «Сохранение лесов», «Восстановление лесов» и национальному проекту «Экология».

При лесовосстановлении и лесоразведении нужно максимально обратить внимание на повышение устойчивости насаждений к неблагоприятным природным и антропогенным факторам, а также улучшению их санитарного состояния. Значительный эффект при этом может быть получен при использовании интегрированной системы ведения мероприятий по защите. В основу такого системного подхода может быть положено научно-обоснованное ведение хозяйства с учетом санитарной профилактики и грамотно назначенных санитарно-оздоровительных мероприятий. Своевременное и оперативное их выполнение должно стать традицией, с учетом при этом природных условия и экологических особенностей насаждений.

## *Библиографический список*

1. Залесов С.В. Лесоводство: учебник. – Екатеринбург, 2020 – 295 с.
2. Шевелина И.В., Нуриев Д. Н., Нагимов З. Я. Строение, рост и состояние городских озелененных посадок березы повислой: монография. – Екатеринбург, 2020. – 146 с.
3. Лесной план Республики Башкортостан: утв. указом временно исполняющего обязанности Главы Республики Башкортостан от 27 декабря 2018 г. № УГ-340. – URL: <https://docs.citd.ru>
4. Формы Государственного лесного реестра по состоянию на 01.01.2019 г. – URL: <https://forest.bashkortostan.ru>
5. Министерство лесного хозяйства Республики Башкортостан. Электронный ресурс. – URL : <https://forest.bashkortostan.ru/about/structure/267/> (дата обращения: 01.03.2019).



УДК 622.882

Ф. Ю. Барко, В. Д. Шилова, В. Н. Денeko  
(F. U. Barko, V. D. Shilova, V. N. Deneko)  
УГЛТУ, Екатеринбург  
(USFEU, Yekaterinburg)

**НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ ВЫРАЩИВАНИЯ РАСТЕНИЙ  
НА РЕКУЛЬТИВАЦИОННЫХ ЗЕМЛЯХ**  
(SOME FEATURES OF PLANT CULTIVATION  
ON RECULTIVATING LANDS)

*Рассмотрено использование семенного и привитого посадочного материала от плюсовых деревьев для создания насаждений на рекультивируемых землях. Рассмотрены вопросы смешения сосны и лиственницы при их использовании в насаждениях на восстанавливаемых землях.*

*The use of seed and grafted planting material from plus trees to create plantations on recultivating lands is considered. Issues of mixing pine and larch when used in plantations on restored lands are considered.*

Значительная часть нарушенных земель при рекультивации используется под лесонасаждения общего хозяйственного и полезного назначения, а также под парки и лесопарки, охотничьи угодья, туристические базы и под противозрозионные лесонасаждения. Все эти направления рекультивации на биологическом этапе связаны с выращиванием растений. Основная задача при этом ставится следующая: получить за короткий период времени высококачественные насаждения, которые будут полноценно выполнять возложенные на них функции. При этом не последнюю роль в выполнении этих работ и их целесообразности играет разумная экономическая составляющая.

В условиях Урала в основном на рекультивируемых землях применяется посадка сосны обыкновенной, ели и лиственницы. Огромный опыт по созданию насаждений с применением данных пород растений накоплен в лесном хозяйстве при создании лесных культур.

Нами были выполнены исследования по эффективности выращивания посадочного материала сосны обыкновенной и лиственницы сибирской в Куртамышском и Шадринском лесничествах Курганской области с целью использования их результатов при реализации рекультивационных работ.

При этом в Куртамышском лесничестве мы провели сравнительную характеристику развития посадочного материала сосны обыкновенной, выращенного из семян плюсовых деревьев, а также посадочного материала, привитого черенками, взятыми в их кроне, с растениями, выращенными из нормальных семян. Посадочный материал из семян плюсовых деревьев

и привитый использовался при создании ПЛСП, а выращенный из нормальных семян – при создании насаждений на лесной рекультивируемой площади.

При исследовании лесных культур нами были измерены диаметры ствола на высоте 1,3 м, шейки корня, кроны, также ее протяженность, высота дерева и приросты за последний год. Сравниваемые насаждения были одновозрастными.

Статистические показатели параметров посадочного материала по вариантам опыта представлены в табл. 1 и 2.

*Таблица 1*

Статистические показатели посадочного материала,  
произрастающего на ПЛСП

Статистический показатель	Диаметр на высоте 1,3 м, см	Диаметр корневой шейки, см	Высота, м	Протяженность кроны, м	Диаметр кроны, м	Прирост по высоте, см
Среднее значение	2,6±0,044	5,9±0,065	185,2±1,30	179±1,25	119,5±1,19	72,8±1,1
Сигма	0,255	0,507	17,96	17,72	10,16	7,23
Вариация	9,8	8,6	9,7	9,9	8,5	9,9
Точность опыта, %	1,7	1,1	0,7	0,7	1,0	1,5

*Таблица 2*

Статистические показатели посадочного материала,  
произрастающего на лесокультурной площади

Статистический показатель	Диаметр корневой шейки, см	Высота, м	Протяженность кроны, м	Диаметр кроны, м	Прирост по высоте, см
Среднее значение	3,5±0,245	106,5±1,6	100,3±1,6	49,5±0,8	39,4±0,9
Сигма	0,346	2,236	2,21	1,09	1,22
Вариация	9,9	2,1	2,2	2,2	3,1
Точность опыта, %	0,7	1,5	1,6	1,6	2,2

Сравнивая средние показатели растений, отметим, что растения, полученные вегетативным размножением, значительно превосходят по своему развитию обычные культуры. Так, различия по диаметру шейки корня составили: на ПЛСП – 5,9 см, в лесу – 3,5 см (превышение на 169 %); по высоте растений: на ПЛСП – 185,2 см, в лесу – 106,5 см (174 %); длина кроны: на ПЛСП – 179 см, в лесу – 100,3 см (178 %); диаметр кроны: на

ПЛСП – 119,5 см, в лесу – 49,5 см (241 %); приросты за последний год: на ПЛСП – 72,8 см, в лесу – 39,4 см (185 %).

Полученные данные указывают на то, что использование вегетативного посадочного материала плюсовых деревьев для выращивания посадочного материала при создании насаждений дает возможность получить в более ранние сроки полноценные насаждения на культивируемых площадях.

Важное значение имеет и оптимальный подбор растений для посадки на рекультивируемых площадях. Мы провели исследования по динамике развития растений в насаждениях, созданных путем смешения сосны обыкновенной и лиственницы сибирской.

Полевые исследования были проведены в ГУ «Далматовское лесничество» Департамента природных ресурсов и охраны окружающей среды Курганской области. Обследованию подвергались насаждения одного возраста с единой технологией посадки и выращивания посадочного материала. Возраст посадочного материала соответственно составлял при посадке: сосна – 2 года, лиственница – 2 года. Обработка площади производилась плугом ПКЛ-70 в агрегате с трактором МТЗ-82. Средняя ширина междурядий на площадях – 3 м.

У каждого дерева измерялся прирост за последние 5 лет (рис. 1). Статистические показатели основных параметров развития сосны и лиственницы приведены в табл. 3, 4.

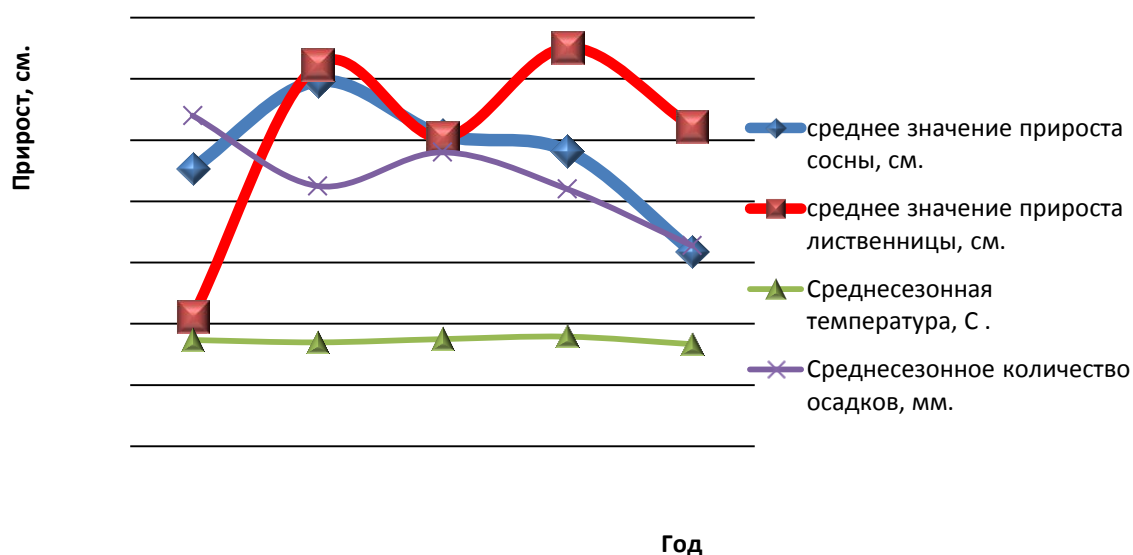


Рис. 1. Распределение средних значений прироста по высоте сосны обыкновенной и лиственницы сибирской за последние 5 лет

Таблица 3

Статистические показатели основных параметров развития  
сосны обыкновенной

Показатели	Сред- ние, $\bar{x}$	Ошибка, $m \bar{x}$	$\delta$	t	V	$m v$	P	$m p$
Диаметр на высоте 1,3 м, см	7,63	$\pm 0,03$	0,368	254,3	4,82	$\pm 0,278$	0,39	$\pm 0,022$
Диаметр шейки корня, см	11,58	$\pm 0,02$	0,252	564,9	2,17	$\pm 0,125$	0,18	$\pm 0,0102$
Высота куль- тур Н, см	431	$\pm 1,07$	13,2	402,9	3,06	$\pm 0,176$	0,25	$\pm 0,014$

Таблица 4

Статистические показатели основных параметров развития  
лиственницы сибирской

Показатели	Средние $\bar{x}$	Ошибка, $m \bar{x}$	$\delta$	t	V	$m v$	P	$m p$
Диаметр на высоте 1,3 м, см	9,05	$\pm 0,013$	0,168	696,2	1,85	$\pm 0,106$	0,15	$\pm 0,0086$
Диаметр шейки корня, см	13,14	$\pm 0,007$	0,093	1877,1	0,71	$\pm 0,0408$	0,057	$\pm 0,0032$
Высота куль- тур Н, см	597	$\pm 0,38$	4,66	1571,1	0,78	$\pm 0,045$	0,063	$\pm 0,0036$

Проанализировав полученные данные, можно сделать следующие выводы.

Эффективность развития лиственницы сибирской в смешанных культурах значительно выше, чем сосны обыкновенной, данный факт подтверждают основные таксационные показатели. Так, диаметр на высоте 1,3 м у лиственницы больше на 18 %, диаметр шейки корня больше на 13 %, высота культур лиственницы сибирской больше, чем у сосны обыкновенной, на 39 %.

По причине значительного расхождения по своему развитию данных пород можно рекомендовать создание смешанных культур сосны с елью, а не с лиственницей, так как последняя значительно доминирует по своему развитию над сосной.

Зависимость прироста исследуемых растений по высоте от климатических условий прослеживается только в последние три года. Причем наиболее выражена зависимость прироста от количества осадков, а не от температуры. При снижении количества осадков уменьшается и прирост лесных культур.

Изменчивость вариационных рядов у всех показателей незначительна, так как значения коэффициентов не превышают 10 %, что может указывать на сравнительно однородные условия произрастания и качественный посадочный материал, используемый при создании лесных культур.

Точность опыта вполне удовлетворительная, так как величина всех показателей не превышает 5 %.

Ошибка всех использованных статистических показателей (среднее  $\bar{X}$ ; коэффициент вариации  $V$ ; точность опыта  $P$ ) на уровне допустимой.

Выполненные исследования позволяют рекомендовать при проведении рекультивационных работ использование семенного и прививочного материала с плюсовых деревьев, что значительно ускоряет получение высокопродуктивных насаждений на восстанавливаемых землях.



Рис. 2. Смешанные культуры сосны обыкновенной и лиственницы сибирской



Рис. 3. Текущий прирост по высоте сосны обыкновенной



Рис. 4. Текущий прирост по высоте лиственницы сибирской

При создании насаждений целесообразнее создавать чистые насаждения сосны обыкновенной, ели сибирской и лиственницы сибирской. При смешении пород наилучшим образом динамика развития насаждений обеспечивается в посадках сосны с елью. Менее эффективно выполнение смешения лиственницы с сосной или елью, так как последняя в большинстве случаев по динамике своего развития уступает даже сосне обыкновенной, а уж лиственнице тем более.

УДК 58.006

Г. Т. Бастаева, А. С. Молчанова, О. А. Лявданская  
(G. T.Bastaeва, A. S.Molchanova, O. A. Lyavdanskaya)  
ОГАУ, Оренбург  
(OGAU, Orenburg)

## **ПЛАТОВСКАЯ ЛЕСНАЯ ДАЧА – ПАМЯТНИК ПРИРОДЫ ОРЕНБУРГСКОЙ ОБЛАСТИ**

**(PLATOVSKAYA FOREST DACHA IS A NATURAL  
MONUMENT OF THE ORENBURG REGION)**

*Рассмотрен исторический аспект создания и становления Платовской лесной дачи. Сделаны выводы на основе изучения документов и собственных наблюдений.*

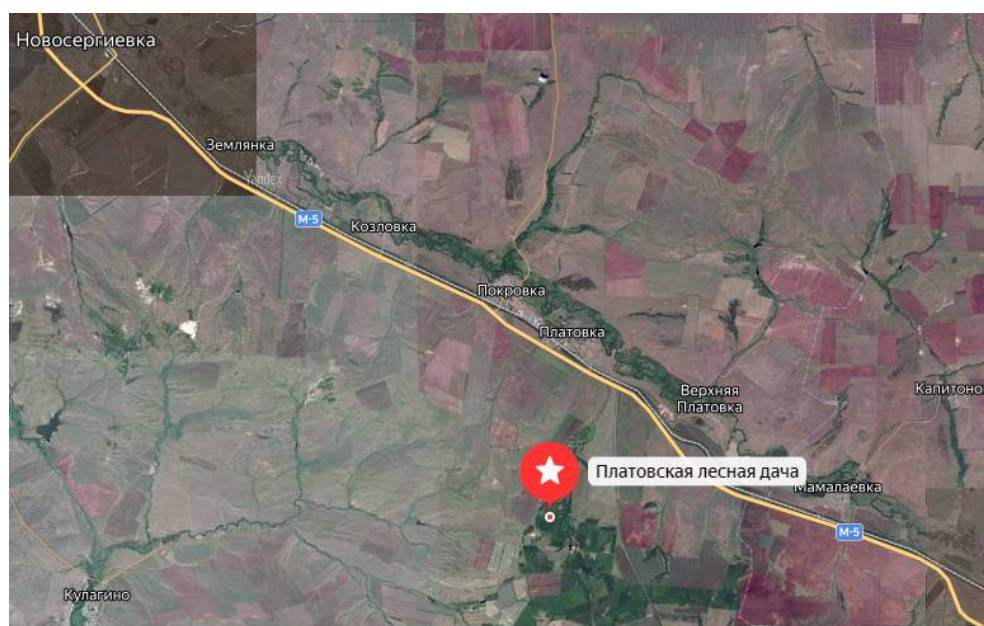


*The historical aspect of creation and formation of the Platovskaya forest dacha is considered. Conclusions are made on the basis of the study of documents and own observations.*

На территории Оренбургской области выделено порядка 340 уникальных объектов, относящихся к категории памятников природы. Расположены они крайне неравномерно, при этом наибольшее количество памятников природы сосредоточено на территории Адамовского, Кваркенского и Кувандыкского административных районов.

Помимо уникальных ландшафтных, геологических или тектонических памятников природы, например «Блявтамакский вулкан», «Шапка Мономаха», есть и особо значимые для лесостепного Оренбуржья, где лесистость не более 4,6 %, лесокультурные памятники природы [1].

С нашей точки зрения особое внимание заслуживает лесокультурный памятник природы регионального значения «Платовская лесная дача» (рисунк) [2].



Месторасположение Платовской лесной дачи

Уникален этот природный объект и тем, что является самым крупным лесокультурным памятником всей Оренбургской области, который расположен в междуречье реки Киндели и реки Самары, примерно в 10 км к югу от села Покровка Новосергиевского района.

Лесной массив искусственного происхождения был создан рукотворно в период с 1882 по 1900 гг., согласно архивным материалам, бывшим удельным ведомством под общим руководством известного в те времена лесоведа Нестора Карловича Генко.

Специалист в области степного лесоразведения, в научных трудах «Разведение леса и устройство плотин на удельных степях» (1896) Генко четко обосновал целесообразность создания искусственных лесных насаждений в степной зоне и представил подробную инструкцию по технологии создания и выращивания лесных насаждений, включая выбор мест для их закладки, подбор пород.

Для Платовской лесной дачи это оказались дуб черешчатый и клен остролистный (на основном участке резервата) и другие древесные породы (береза повислая, сосна обыкновенная и др.) на других выделах.

Удельный лес – так называют жители села Покровка Платовскую лесную дачу – от слова «удел», что означает участок земли, переданный во владение.

По архивным материалам выяснили, что правительство нашей страны наградило национального героя войны 1812 г., атамана Донского казачьего войска, генерала Матвея Ивановича Платова: за успехи и боевые заслуги выделило ему во владение участок – удел, где он организовал «лесничье хозяйство».

Лесной массив был искусственно создан на землях удельного ведомства в 1882–1895 гг. на площади 2,3 тыс. га из дуба черешчатого, березы повислой, клена остролистного и других древесных пород.

До 1914 г. лесоразведение было почти повсеместно свернуто, в том числе и на Платовской лесной даче.

При посадке лесной массив мастера разбили по ширине на шесть стометровых полос с небольшими разрывами (просеками) в четыре метра через каждые 500 м.

Закладывались лесные культуры посадкой семян древесно-кустарниковых пород, дуб черешчатый высевался желудями.

Сажали лесной массив простые рабочие вручную длинными рядами. Ряды главных древесных пород чередовались с кустарниками из акации, бузины, жимолости. Почва вспахивалась конным плугом на глубину 20–25 см сплошь, ухаживали за созданными лесными культурами только вручную.

Непосредственными основателями лесного массива в степи были С. А. Семизоров и К. Э. Собеневский – лесоводы-практики. Со временем строились дома, в которые заселялись семьи мастеров леса, рабочих лесхоза, которые сажали сеянцы, пололи культуры, проводили многочисленные уходные работы.

История развития лесокультурного дела в Новосергиевском районе расположения лесхоза имеет вековую историю, которая приобретает особую ценность для подрастающего поколения.

Созданные лесные насаждения дожили до революции 1917 г., а в Гражданскую войну почти все были использованы на дрова и бытовые нужды местного населения [3]. В последующие годы на вырубленных



участках насаждения стали возобновляться естественным путем, большое значение имела вторичная восстановительная сукцессия.

Посадки лесных пород возобновились лишь в 1931 г., но в незначительном объеме, а во время Великой Отечественной войны практически прекратились.

Современный лесокультурный памятник природы Платовская лесная дача представлен 16 лесными кварталами общей площадью около 2224 га, в том числе лесопокрытая площадь – 1081 га [2].

Платовская дача является самым значительным памятником степного лесоразведения в Новосергеевском районе и всей Оренбургской области. Большая часть массива представлена кленом остролистным, дубом и березой, состояние которых в настоящее время нами оценивается как удовлетворительное.

Имеется значительная площадь хвойных пород, в том числе и лиственницы сибирской.

В составе посадок 8 единиц главной породы, остальные сопутствующие.

Имеются кварталы, которые не были тронуты рубкой, это кв. 22 выдел 4, состав 5Д5Б, возраст 107 лет;

кв. 28 выдел 7, состав 7Д2Б, возраст 117 лет;

кв. 39 выдел 6, состав 6Д2Я, возраст 107 лет;

кв. 43 выдел 1, состав 4Д2Я, возраст 107 лет;

кв. 45 выдел 10, состав 9Д1Я, возраст 107 лет;

кв. 47 выдел 5, состав 5Д2Я, возраст 107 лет.

Изучение литературных источников, описания состояния лесов Платовской дачи, материалов Новосергиевского лесхоза, личных наблюдений и описаний лесничего И.Я. Шагуна, докладов о состоянии лесных культур, актов технического обследования территории, документации по учету лесного фонда, справок и прошений о создании памятника природы позволило сделать следующие выводы.

1. Опыт степного лесоразведения, несмотря на все трудности, все же говорит о том, что при правильном подборе пород можно создать эффективные и устойчивые насаждения.

2. Насаждения 1882–1900 гг. были частично вырублены, хотя имели историческое и научное значение уже на то время. Восстановление происходило порослью и семенами. Позднее древесные породы высаживались сеянцами и семенами.

В настоящее время проводятся санитарные рубки. Их объем, а также лесозащитные мероприятия достаточны для содержания лесов данного насаждения в удовлетворительном состоянии.

3. В настоящее время объемы посадок возросли, расширился ассортимент древесно-кустарниковых пород. Основные культуры – береза, дуб, вяз, ясень, клен.

4. Научные исследования состояния Платовской лесной дачи должны стать систематическими. Об этом говорят документы, датированные лишь 1949 г., 1985 г., а последние – 1996 г.

В настоящее время недостаточно информации о животном мире этого ценного лесного массива, травянистых растений и редких, охраняемых уголков природы.

Следовательно, изучение Платовской лесной дачи не ведётся или ведётся недостаточно.

Остаётся надеяться на то, что благодаря объявленному Году охраны окружающей среды оживится природоохранная деятельность в лесу.

#### *Библиографический список*

1. Чибилев А.А. Природное наследие Оренбургской области: учеб. пособие. – Оренбург, 1996. – 381 с. – Из содерж.: Платовская дача. – С. 86.

2. Бастаева Г.Т., Колтунова А.И., Лявданская О.А. Современное состояние Платовской лесной дачи в Оренбургской области // Актуальные проблемы лесного комплекса. – 2018. – С. 126–129.

3. Шичкина Е. Первая сосна в районе была посажена на территории Платовской дачи // Голос глубинки. – 2013. – 31 окт. – С. 3.

УДК 635.9

Г. Т. Бастаева, Ю. Л. Нирян  
(G. T. Bastaeva, Yu. L. Niryan)  
ОГАУ, Оренбург  
(OGAU, Orenburg)

**БИОРАЗНООБРАЗИЕ РАСТЕНИЙ ДЕНДРОЛОГИЧЕСКОГО  
САДА ФГБОУ ВО «ОРЕНБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**  
(PLANT BIODIVERSITY OF THE DENDROLOGICAL GARDEN FSBEI HE  
«ORENBURG STATE AGRARIAN UNIVERSITY»)

*Дается описание древесно-кустарниковым насаждениям, а также приводится эстетическая оценка состояния растений, произрастающих в дендрологическом саду Оренбургского государственного аграрного университета.*

*The article provides a description of tree and shrub plantations, as well as an aesthetic assessment of the state of plants growing in the dendrological garden of the Orenburg State Agrarian University.*

Дендрологический сад – это земельный участок, на котором размещена коллекция деревьев, кустарников, кустарничков, лиан с одревесневающими стеблями, выращиваемых в открытом грунте.

Дендросад Оренбургского государственного аграрного университета был основан в 1998 г. Создали его для практического обучения студентов по специальности «Лесное и лесопарковое хозяйство».

В настоящее время в дендрологическом саду представлено более 180 видов и форм древесно-кустарниковых и лианнх насаждений, среди них присутствуют интродуценты из других регионов и зарубежных стран [1].

Здесь проводятся исследования по изучению интродукции растений, привезенных из зарубежья, семенной продуктивности древесных пород, прививочная работа, изучается технология посадки, выращивания и ухода за древесными растениями.

В дендрологическом саду был проведен визуальный осмотр территории с определением видовой принадлежности древесно-кустарниковой растительности (таблица).

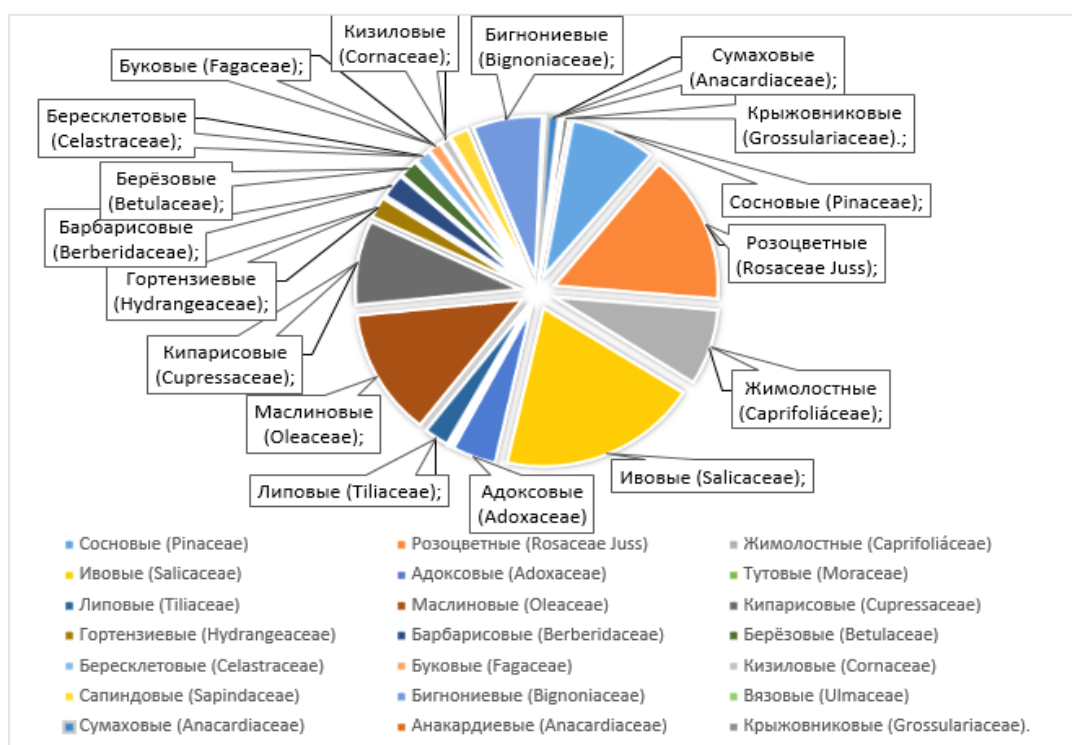
#### Древесно-кустарниковые растения территории дендросада ОГАУ

№	Название породы	Семейство	Кол-во, шт.
1.	Ель европейская ( <i>Picea abies</i> )	Сосновые ( <i>Pinaceae</i> )	8
2.	Сосна обыкновенная ( <i>Pinus sylvestris</i> )		5
3.	Ель голубая ( <i>Picea pūngens</i> )		4
4.	Лиственница сибирская ( <i>Larix sibírica</i> )		5
5.	Пихта сибирская ( <i>Abies sibírica</i> )		3
6.	Рябина обыкновенная ( <i>Sorbus aucuparia</i> )	Розоцветные ( <i>Rosaceae</i> Juss)	10
7.	Рябина рябинолистная ( <i>Sorbus aucuparia</i> )		1
8.	Рябина черноплодная ( <i>Aroniamelanocarpa</i> )		4
9.	Спирея городчатая ( <i>Spiraea crenata</i> )		3
10.	Боярышник кроваво-красный ( <i>Crataegus sanguínea</i> )		7
11.	Черемуха обыкновенная ( <i>Prunus padus</i> )		2
12.	Вишня обыкновенная ( <i>Prunus cerasus</i> )		2
13.	Боярышник Максимовича ( <i>Crataegus maximowiczii</i> )		3
14.	Пузыреплодник калинолистный ( <i>Physocarpus opulifolius</i> )		5
15.	Кизильник блестящий ( <i>Cotoneaster lucídus</i> )		2
16.	Миндаль обыкновенный ( <i>Amygdalus communis</i> )		1
17.	Яблоня Недзвецкого ( <i>Malus niedzwetzkyana</i> )		2
18.	Яблоня дичка ( <i>Malus sylvestris</i> )		2
19.	Снежноягодник белый ( <i>Symphoricarpos albus</i> )	Жимолостные ( <i>Caprifoliaceae</i> )	23
20.	Ива каспийская ( <i>Salix caspica</i> )	Ивовые ( <i>Salicaceae</i> )	3
21.	Тополь пирамидальный ( <i>Populus nigra</i> )		48

Окончание таблицы

№	Название породы	Семейство	Кол-во, шт.
22.	Бузина красная ( <i>Sambucus racemosa</i> ),	Адоксовые (Adoxaceae)	4
23.	Калина красная ( <i>Viburnum opulus</i> )		2
24.	Тутовник белый ( <i>Morus alba</i> )	Тутовые (Moraceae)	2
25.	Липа мелколистная ( <i>Tilia cordata</i> )	Липовые (Tiliaceae)	9
26.	Ясень обыкновенный ( <i>Fraxinus excelsior</i> )	Маслиновые (Oleaceae)	1
27.	Лох узколистный ( <i>Elaeagnus angustifolia</i> )		1
28.	Форзеция европейская ( <i>Forsythia europaea</i> )		1
29.	Сирень венгерская ( <i>Syringa josikaea</i> )		1
30.	Сирень обыкновенная ( <i>Syringa vulgaris</i> )		13
31.	Сирень персидская ( <i>Syringa persica</i> )		8
32.	Бирючина обыкновенная ( <i>Ligustrum vulgare</i> )		11
33.	Можжевельник казацкий ( <i>Juniperus sabina</i> )	Кипарисовые (Cupressaceae)	16
34.	Можжевельник китайский ( <i>Juniperus chinensis</i> )		4
35.	Туя западная ( <i>Thuja occidentalis</i> )		3
36.	Биота восточная ( <i>Biota orientalis</i> )		5
37.	Чубушник обыкновенный ( <i>Philadelphus coronarius</i> )		3
38.	Желтый барбарис Тунберга ( <i>Berberis thunbergii</i> )	Барбарисовые (Berberidaceae)	2
39.	Барбарис обыкновенный ( <i>Berberis vulgaris</i> )		2
40.	Барбарис амурский ( <i>Berberis amurensis</i> )		2
41.	Берёза повислая ( <i>Betula pendula</i> )	Берёзовые (Betulaceae)	13
42.	Ольха черная ( <i>Alnus glutinosa</i> )		1
43.	Бересклет бородавчатый ( <i>Euonymus verrucosus</i> )	Бересклетовые (Celastraceae)	3
44.	Дуб черешчатый ( <i>Quercus robur</i> )	Буковые (Fagaceae)	4
45.	Дерн кроваво- красный ( <i>Cornus sanguinea</i> )	Кизиловые (Cornaceae)	3
46.	Клен остролистный ( <i>Acer platanoides</i> )	Сапиндовые (Sapindaceae)	2
47.	Конский каштан обыкновенный ( <i>Aesculus hippocastanum</i> )		1
48.	Катальпа бигнониевидная ( <i>Catalpa bignonioides</i> )	Бигнониевые (Bignoniaceae)	26
49.	Вяз гладкий ( <i>Ulmus laevis</i> )	Вязовые (Ulmaceae)	5
50.	Сумах оленерогий ( <i>Rhus typhina</i> )	Сумаховые (Anacardiaceae)	3
51.	Скумпия кожевенная ( <i>Cotinus coggygria</i> )	Анакардиевые (Anacardiaceae)	1
52.	Смородина золотистая ( <i>Ribes aureum</i> )	Крыжовниковые (Grossulariaceae)	2
53.	Афлотуния вязолистная ( <i>Aflutunia ulmifolia</i> )	Амариллисовые (Amaryllidaceae)	3

Изученный породный состав древесно-кустарниковых растений был разделен на семейства со следующими представителями: Сосновые (Pinaceae), Розоцветные (Rosaceae Juss), Жимолостные (Caprifoliaceae), Ивовые (Salicaceae), Адоксовые (Adoxaceae), Тутовые (Moraceae), Липовые (Tiliaceae), Маслиновые (Oleaceae), Кипарисовые (Cupressaceae), Гортензиевые (Hydrangeaceae), Барбарисовые (Berberidaceae), Берёзовые (Betulaceae), Бересклетовые (Celastraceae), Буковые (Fagaceae), Кизилловые (Cornaceae), Сапиндовые (Sapindaceae), Бигнониевые (Bignoniaceae), Вязовые (Ulmaceae), Сумаховые (Anacardiaceae), Анакардиевые (Anacardiaceae), Крыжовниковые (Grossulariaceae) (рисунок).



Древесно-кустарниковый ассортимент дендросада ОГАУ

Наибольшее количество представителей у семейства розоцветные, к ним относится рябина обыкновенная (*Sorbus aucuparia*), рябина рябинолистная (*Sorbus aucuparia*), рябина черноплодная (*Aronia lanocarpa*), спирея городчатая (*Spiraea crenata*), спирея японская (*Spiraea japonica*), боярышник кроваво-красный (*Crataegus sanguinea*), черемуха обыкновенная (*Prunus padus*), вишня обыкновенная (*Prunus cerasus*), боярышник Максимовича (*Crataegus maximowiczii*), пузыреплодник калинолистный (*Physocarpus opulifolius*), кизильник блестящий (*Cotoneaster lucidus*), миндаль обыкновенный (*Amygdalus communis*), яблоня дичка (*Malus sylvestris*), вишня обыкновенная (*Prunus cerasus*), **общее количество деревьев – 50 шт.** Второе по численности представителей – семейство Маслиновые (Oleaceae): ясень

обыкновенный (*Fraxinus excelsior*), лох узколистный (*Elaeagnus angustifolia*), форзезия европейская (*Forsythia europaea*), сирень венгерская (*Syringa josikaea*), сирень обыкновенная (*Syringa vulgaris*), сирень персидская (*Syringa persica*), общее количество деревьев – 44 шт.

Также имеются семейства, где представлено всего по одному виду: Бигнониевые (*Bignoniaceae*), Вязовые (*Ulmaceae*), Сумаховые (*Anacardiaceae*), Анакардиевые (*Anacardiaceae*), Крыжовниковые (*Grossulariaceae*) Бересклетовые (*Celastraceae*), Буковые (*Fagaceae*), Тютювые (*Moraceae*), Липовые (*Tiliaceae*).

Изучив ассортимент произрастающих насаждений, провели эстетическую оценку. Эстетическая оценка – определение степени гармоничности в сочетании всех компонентов лесного ландшафта или лесопаркового пейзажа. Важным фактором в определении эстетической оценки участков являются состояние насаждений, породный состав и полнота насаждений, форма крон. Эстетическая оценка насаждений была проведена согласно методике Е. В. Фильрозе, Г. М. Гладушко, Л. А. Горланова, разработанной Институтом экологии растений и животных [2].

Именно данная шкала наиболее полно оценивает и характеризует состояние исследуемых растений.

Проведя эстетическую оценку на участках, можно сделать вывод о том, что на территории созданы благоприятные условия для произрастания древесно-кустарниковых растений. Насаждения в большей степени оцениваются баллом «А0» как здоровые, с плотной кроной: к таким относится 291 шт. видов. Балл «А0-1» присвоен также здоровым деревьям, крона которых неплотная и произрастают они в тени: их количество составляет 61 шт. Насаждения со слабо заметными повреждениями, плотной, несквозной кроной оцениваются баллом «А1»: количество таких насаждений составляет 21 шт.

В целом территория дендросада представлена разнообразным видовым составом зеленых насаждений: более 20 семействами, включающими более 300 видов.

Изучив и рассмотрев деревья на участке, можно сказать, что они находятся в хорошем состоянии, более половины получили высший балл по эстетической оценке, деревья с низшим баллом в зависимости от состояния рекомендуется подвергнуть удалению или провести санитарную обрезку.

На основе проделанной работы в последующем нужно следить за динамикой роста растений и их состоянием, проводить мониторинговые исследования.

*Библиографический список*

1. Бастаева Г.Т., Нирян Ю.Л. Состояние дендрологического сада ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный аграрный университет»// Научный вестник государственного образовательного учреждения Луганской Народной Республики «Луганский национальный аграрный университет». – 2020. – № 8. – С. 43–47.

2. Фильрозе Е.В., Гладушко Г.М., Горланова Л.А. К методике исследования динамики роста деревьев и насаждений. – Свердловск, 1960. – 120 с.

УДК 630.23:630.6

К. А. Башегуров, Г. А. Годовалов, С. М. Жижин, С. В. Залесов  
(K. A. Bashegurov, G. A. Godovalov, S. M. Zhizhin, S. V. Zalesov)

УГЛТУ, Екатеринбург  
(USFEU, Yekaterinburg)

**СООТНОШЕНИЕ СПОСОБОВ ЛЕСОВОССТАНОВЛЕНИЯ  
НА ТЕРРИТОРИИ ЛЕСНОГО ФОНДА  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

(THE RATIO OF REFORESTATION METHODS ON THE TERRITORY  
OF FOREST FUND OF THE RUSSIAN FEDERATION)

*На основании данных Рослесхоза проанализировано соотношение искусственного и естественного лесовосстановления в лесном фонде Российской Федерации. Предложены пути повышения эффективности лесовосстановления и лесоразведения в свете интенсификации лесохозяйственного производства.*

*Based on the data of the Federal Forestry Agency, the ratio of artificial and natural reforestation in the forest fund of the Russian Federation has been analyzed. The ways of increasing the efficiency of reforestation and afforestation in the light of intensification of forestry production are proposed.*

Как известно [1], лесовосстановление на территории лесного фонда РФ осуществляется тремя способами: естественным, комбинированным и искусственным. Основным способом лесовосстановления в таежной зоне был и остается естественный с проведением мер содействия. При выполнении последних можно с минимальными затратами сформировать высокопроизводительные насаждения из целевых пород. Однако в ряде случаев естественное лесовосстановление малоэффективно. При отсутствии подроста предварительной генерации и значительной ширине вырубok последние

зарастают травянистой растительностью, образующей дернину, и формирование молодняков прекращается или затягивается на длительный срок. Кроме того, более быстрый рост вегетативного возобновления мягколиственных пород по сравнению с таковым у всходов и мелкого подроста хвойных пород приводит к заглушению последних и смене коренных хвойных насаждений на производные мягколиственные.

Более надежным считается искусственное лесовосстановление, когда на лесокультурную площадь высаживаются сеянцы, саженцы или высеваются семена хозяйственно ценных пород. При искусственном лесовосстановлении обеспечивается выбор главной (главных) породы и их смешение. Естественно, что выращивание искусственных насаждений связано со значительно большими трудовыми и финансовыми затратами по сравнению с естественным лесовосстановлением. Создание лесных культур требует подготовки почвы, покупки и высаживания на лесокультурную площадь посадочного материала, а также проведения агротехнических уходов [2]. Кроме того, для предотвращения смены пород лесные культуры в таежной зоне нуждаются в лесоводственных уходах. Если учесть, что обеспеченность формирующихся молодняков рубками ухода за составом составляет 43 %, а фактическая 31 %, то легко объяснить тот факт, что в отдельные годы до 60 % лесных культур погибает, оказавшись под пологом мягколиственных пород.

В целях достижения удовлетворительной сохранности лесных культур до перевода их в покрытые лесной растительностью земли необходимо повысить затраты на их создание как минимум до 45–52 тыс. руб./га. Кроме того, потребуются проведение агротехнических и лесоводственных уходов. Для сравнения можно отметить, что стоимость создания лесных культур в Финляндии составляет 55,2 тыс. руб./га, а агротехнических и лесоводственных уходов – 47,2 тыс. руб./га. При отсутствии агротехнических и лесоводственных уходов искусственное лесовосстановление, как правило, неэффективно. Особенно сложно выращивать искусственные насаждения в лесостепной и степной зонах [3, 4]. Однако там практически нет альтернативы искусственному лесовосстановлению, поскольку естественное лесовосстановление исключено из-за отсутствия семян или гибели всходов на начальном этапе лесовыращивания.

Данные об объемах искусственного и естественного лесовосстановления приведены в таблице.

Материалы таблицы свидетельствуют, что за период с 2007 по 2018 гг. доля искусственного лесовосстановления варьировалась от 18,1 до 23,1 %. При этом в последние годы доля искусственного лесовосстановления несколько уменьшилась. Последнее не соответствует политике Правительства РФ, направленной на лесовосстановление всех вырубаемых насаждений, включая изъятые из лесного фонда земли. В лесоводственной практике



имеется значительный опыт создания высокопроизводительных насаждений на нарушенных землях [5, 6]. В то же время требуется продолжение исследований по установлению правильного соотношения искусственного и естественного лесовосстановления с учетом конкретных лесорастительных условий. В частности, следует шире использовать комбинированный способ лесовосстановления, когда на одной площади сочетаются естественное и искусственное лесовосстановление.

### Соотношение искусственного и естественного лесовосстановления в лесном фонде Российской Федерации

Годы	Площадь лесовосстановления					
	естественного		искусственного		всего	
	тыс. га	%	тыс. га	%	тыс. га	%
2007	661,3	77,1	196,1	22,9	857,4	100
2008	637,0	76,9	191,7	23,1	828,7	100
2009	648,4	78,3	179,5	21,7	827,9	100
2010	642,2	79,0	170,8	21,0	813,0	100
2011	657,9	77,1	195,4	22,9	853,3	100
2012	655,0	78,0	184,4	22,0	839,4	100
2013	685,1	78,8	184,6	21,2	869,7	100
2014	676,7	78,3	187,0	21,7	863,7	100
2015	621,6	77,4	181,8	22,6	803,4	100
2016	663,9	78,8	178,8	21,2	842,7	100
2017	792,4	81,9	175,7	18,1	968,1	100
2018	766,0	80,3	188,0	19,7	954,0	100

### Выводы

1. Соотношение искусственного и естественного лесовосстановления в лесном фонде РФ нельзя считать правильным. Мировой опыт указывает на необходимость увеличения доли искусственного лесовосстановления.

2. Создание лесных культур без проведения последующих агротехнических и лесоводственных уходов не имеет смысла, поскольку значительная часть высаженных на лесокультурную площадь семян или саженцев погибает.

3. Повышение эффективности лесовосстановления и лесоразведения можно обеспечить лишь на основе научно обоснованного сочетания различных способов.

4. Помимо лесовосстановления, должно шире применяться лесоразведение на нарушенных землях, ранее исключенных из лесного фонда.

### Библиографический список

1. Правила лесовосстановления: утв. приказом Минприроды России от 25.03.2019 г. № 188. – URL: <https://docs.chtd.ru>

2. Рекомендации по лесовосстановлению и лесоразведению на Урале / В.Н. Данилик, Р.П. Исаева, Г.Г. Терехов, И.А. Фрейберг, С.В. Залесов, В.Н. Луганский, Н.А. Луганский. – Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. акад., 2001. – 117 с.
3. Опыт создания лесных культур на солонцах хорошей лесопригодности / С.В. Залесов, О.В. Толкач, И.А. Фрейберг, Н.Ф. Черноусова // Экология и промышленность России. – 2017. – Т. 21. – С. 42–47.
4. Фрейберг И.А., Залесов С.В., Толкач О.В. Опыт создания искусственных насаждений в лесостепи Зауралья. – Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2012. – 121 с.
5. Формирование искусственных насаждений на золоотвале Рефтинской ГРЭС / С.В. Залесов, Е.С. Залесова, А.А. Зверев, А.С. Оплетаев, А.А. Терин // ИВУЗ. Лесной журнал. – 2013. – № 2. – С. 66–73.
6. Рекультивация нарушенных земель на месторождении тантал-бериллия / С.В. Залесов, Е.С. Залесова, Ю.В. Зарипов, А.С. Оплетаев, О.В. Толкач // Экология и промышленность России. – 2018. – Т. 22. – № 12. – С. 69–67.

УДК 630.181+ 630.57 + 630.91

Т. А. Беляев, З. Я. Нагимов, И. В. Шевелина  
(Т. А. Belyaev, Z. Ya. Nagimov, I. V. Shevelina)  
УГЛТУ, Екатеринбург  
(USFEU, Yekaterinburg)

## **ОСИНА В ЛЕСНОМ ФОНДЕ ПЕРМСКОГО КРАЯ** (ASPEN IN THE FOREST FUND OF THE PERM REGION)

*В исследуемом лесном фонде осинники в наибольшей степени представлены в типах леса ельник-кисличник, ельник травяной и ельник липняковый. Их суммарная доля в общей площади данной породы составляет 96,4 %. Возрастная структура осинников характеризуется преобладанием спелых (31 %) и средневозрастных (27,3 %) насаждений. Наиболее крупными выделами отличаются насаждения 3 и 4 классов возраста.*

*In the studied forest fund, aspen trees are most represented in the types of forest: wood sorrel spruce forest, grassy spruce forest, and linden spruce forest. Their total share in the total area of this species is 96,4 %. The age structure of aspen trees is characterized by a predominance of mature (31 %) and middle-aged (27,3 %) stands. The largest allotments differ in plantings of 3 and 4 age classes.*

В последние годы в специальной литературе в области лесного хозяйства особое внимание уделяется созданию информационной базы о состоянии и структуре лесного фонда, вопросам управления лесами, разработке корректных лесохозяйственных и лесооценочных нормативов с учетом природно-экономических условий регионов [1, 2]. Эти задачи эффективно могут быть решены только при наличии актуальной информации о характеристиках лесного фонда. В этом плане особое значение имеют сведения о площадях, занятых различными лесообразующими породами. Известно, что породный состав лесного фонда постоянно меняется. Эти изменения, безусловно, должны быть учтены при организации хозяйств в лесу, проектировании хозяйственных мероприятий, лесозаготовительных и лесоперерабатывающих производств.

Результаты наших предыдущих исследований свидетельствуют, что в последние десятилетия заметные изменения произошли в породном составе лесного фонда Пермского края. С 1948 по 2018 гг. почти на 20 % сократились площади, занятые хвойными породами. Это сокращение сопровождалось существенным увеличением (почти в два раза) площадей мягколиственных пород. Причем в мелколиственном хозяйстве неуклонно возрастает доля осинников [3]. Следует отметить, что высокие темпы роста, способность размножаться и семенами и корневыми отпрысками, относительно невысокая требовательность к лесорастительным условиям делают осину одной из перспективных лесообразующих пород в Пермском крае.

В этой связи несомненный интерес представляют данные о распределении площади осинников по лесоводственно-таксационным показателям. Они в первую очередь необходимы для научной организации хозяйства в осинниках.

Настоящие исследования в соответствии с лесорастительным районированием проведены в южно-таежном районе европейской части Пермского края. Основой для исследования явились материалы лесоустройства и лесохозяйственных регламентов шести лесничеств, расположенных в указанном лесорастительном районе (Сивинского, Березниковского, Пермского, Закамского, Добрянского и Юсьвинского). Общая площадь лесов этих лесничеств составляет 1 819 072 га. В составе этих лесов насчитывается 15 167 осиновых выделов (в которых осина в формуле состава стоит на первом месте), занимающих площадь 134 728,5 га (9,3 % от площади, покрытой лесной растительностью).

Распределение площади осинников по типам леса и классам возраста представлено в табл. 1.

Таблица 1

Распределение площади осинников по типам леса и классам возраста

Типы леса		Классы возраста										Площадь,		
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	га	%
Березняк осоковый							1,1						1,1	0,00
Березняк пойменный				21,3	5,2	129,6	28,6	36,6	4,1	24,9	6,1		256,4	0,19
Ельник высокотравный								2,4					2,4	0,00
Ельник долгомошниковый				7,6		4,2							11,8	0,01
Ельник зеленомошниковый		165	93,7	80,2	131,3	328,6	386,5	140,3	29,4	2,3			1357,3	1,01
Ельник кисличниковый		2532,6	5969,9	7895,5	8276,9	8707,6	6279	6683,3	2090,6	1080,6	84,9	49,0	49649,9	36,85
Ельник логовой		11,8	51,8	32,0	31,0	1,5	10,1	14,6	9,2				162	0,12
Ельник липняковый		2976,5	4852	5453,7	4425,5	7131,8	5745	4237,5	2538,8	1319,0	405,6	7,2	39092,6	29,02
Ельник осоково-хвощевый				0,7									0,7	0,00
Ельник травяной		5389,2	5458,1	6140,6	3920,4	6589	4689,1	4889,4	3142,7	767,2	178,3		41164,0	30,55
Ельник черничниковый		73,0	101,9	58,8	40,9	316,3	147,9	198,8	43,6	23,8	2,9		1007,9	0,75
Ольховник пойменный						2,0							2,0	0,00
Ольховник таволговый							15,2						15,2	0,01
Сосняк зеленомошниковый					17,9	98,3	135	18,9					270,1	0,20
Сосняк кисличниковый		0,6		8,8	3,1	70,4	79,4	29,4	9,5	1,1			202,3	0,15
Сосняк липняковый		2,9	1,5	0,3	25,0	36,9	373,9	24,4	6,9	2,3			474,1	0,35
Сосняк сфагновый				0,8									0,8	0,00
Сосняк травяной		11,5	61,1	30,4	210,2	209,3	166,2	147,2	142,4				978,3	0,73
Сосняк черничниковый					16,4	24,8	16,3	15,5	6,6				79,6	0,06
Итого	га	11163,1	16590	19730,7	17103,8	23650,3	18073,3	16438,3	8023,8	3221,2	677,8	56,2	134728,5	100,00
	%	8.29	12.31	14.64	12.70	17.55	13.41	12.20	5.96	2.39	0.50	0.04	100.00	

Из ее данных видно, что осина в исследуемом лесорастительном районе произрастает в 19 типах леса. Не все из них соответствуют биологическим особенностям данной породы. Распределение осиновых насаждений по типам леса крайне неравномерное. Наибольшее распространение осинники имеют в типах леса ельник кисличниковый (49 649,9 га), ельник травяной (41 164 га) и ельник липняковый (39 092,6 га). Суммарная доля осинников в этих типах леса в их общей площади составляет 96,4 %. По режиму увлажнения и трофности почв указанные типы леса наиболее благоприятны для произрастания осины. Поэтому организация хозяйств, направленных на выращивание и эксплуатацию осинников, должна быть ориентирована на эти типы леса. В остальных 16 типах леса насаждения из осины имеют весьма ограниченное распространение и не представляют большой ценности в качестве объектов для организации хозяйства.

При организации хозяйства и планировании лесохозяйственных мероприятий важным показателем является возрастная структура насаждений. Для осины в исследуемом лесном фонде характерно преобладание спелых насаждений (5 и 6 классов возраста), площадь которых в общей площади данной породы в относительном выражении составляет 31,0 %. Довольно значительна площадь средневозрастных осинников (3 и 4 классов возраста). Их удельный вес составляет 27,3 %. Примерно одинаковой долей по площади характеризуются молодняки (20,6 %) и перестойные насаждения (21,1 %). Причем перестойные осинники представлены насаждениями от 7 до 11 классов возраста. С увеличением возраста их доля закономерно уменьшается: от 12,2 % в 7 классе возраста до 0,04 % в 11 классе.

Эта закономерность вполне объяснима. Она связана с относительно небольшой продолжительностью жизни осины. Обращает на себя внимание внушительная разница по площади между насаждениями 1 и 2 классов возраста.

Площадь осинников второго класса возраста почти в 1,5 раза больше. Видимо, это объясняется более эффективным лесовосстановлением на вырубках и гарях в последние годы.

При лесоучетных работах и назначении хозяйственных мероприятий важное значение имеет средняя площадь выдела. Этот показатель в разрезе классов возраста для наиболее распространенных осинников приведен в табл. 2.

Как видно из данных табл. 2, средняя площадь осинового выдела с увеличением возраста насаждений сначала возрастает, достигает максимума в 3–5 классах возраста, а затем закономерно снижается. Этот показатель в типах леса ельниках кисличниковый (9,8 га) и липняковый (9,9 га) заметно выше, чем в типе леса ельник травяной (7,6 га). Известно, что распространение осинников в основном связано с зарастанием вырубков и гарей и эффективностью хозяйственных мероприятий. В этой связи отмеченные

выше закономерности в изменении средней площади осиновых выделов следует связать со средними площадями гарей и вырубок в разные временные периоды.

Таблица 2

Средняя площадь выдела в осинниках, га

Класс возраста	Типы леса			Общее среднее
	Ельник кисличниковый	Ельник липняковый	Ельник травяной	
1	4,4	6,6	5,7	5,6
2	9,9	9,6	8,3	9,3
3	14,7	12,5	9,8	12,3
4	13,1	12,9	7,7	11,2
5	11,3	12,8	8,9	11,0
6	8,8	9,1	6,9	8,3
7	8,7	8,7	6,4	7,9
8	7,7	7,4	8,5	7,9
9	8,1	8,6	6,6	7,8
10	4,2	8,8	6,1	6,3
11	6,1	2,4	-	2,8
Общее среднее	9,8	9,9	7,6	

Таким образом, в исследуемом лесном фонде осинники произрастают в 19 типах леса, существенно различающихся режимом увлажнения и трофностью почв. Однако в наибольшей степени они представлены в типах леса ельник-кисличник, ельник травяной и ельник липняковый. Возрастная структура осинников характеризуется преобладанием спелых (31 %) и средневозрастных (27,3 %) насаждений. Наиболее крупными выделами отличаются насаждения 3, 4 и 5 классов возраста.

### Библиографический список

1. Лесной кодекс Российской Федерации от 04.12.2006 г. № 200-ФЗ (в ред. от 13.07.2015 № 233-ФЗ). – URL: <http://www.consultant.ru> (дата обращения 24.09.2020).
2. Основы государственной политики в области использования, охраны, защиты и воспроизводства лесов Российской Федерации. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 26.09.2013 № 1724-р. – URL: <http://www.consultant.ru>
3. Ретроспективный анализ изменения площадей насаждений различных пород в лесном фонде Пермского края / Т.А.Беляев, З.Я.Нагимов, И.В.Шевелина, В.А.Шерстнев // Леса России и хоз-во в них. – 2019. – № 4 (71). – С. 10–17.

УДК 630\*181

А. В. Беседина, Г. А. Акопян  
(A. V. Besedina, G. A. Akopyan)  
МФ МГТУ им. Н. Э. Баумана, Мытищи  
(MB of Bauman VMSTU, Mytishchi )

**АНАЛИЗ ЛЕСОВОЗОБНОВИТЕЛЬНЫХ ПРОЦЕССОВ  
В СОСНОВЫХ НАСАЖДЕНИЯХ БЕРЕЗИЧСКОГО ЛЕСНИЧЕСТВА  
НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА «УГРА»  
(ANALYSIS OF REFORESTATION PROCESSES IN PINE STANDS  
OF THE BEREZICHSKY FOREST AREA  
OF THE NATIONAL PARK «UGRA»)**

*Рассматриваются результаты исследования лесовозобновительных процессов под пологом сосновых насаждений в условиях Калужской области. Установлено, что успешность естественного возобновления в большей степени зависит от подлеска. Не обнаружено прямой зависимости от относительной полноты материнского древостоя.*

*The article considers the results of a study of reforestation processes under the canopy of pine stands in the Kaluga region. It was found that the success of natural regeneration depends more on the underbrush. In addition, there is no direct dependence on the relative completeness of the parent stand.*

Возобновление леса характеризуется процессом естественного восстановления насаждения в целом и древостоя в частности. Образование нижнего яруса влечет за собой появление лесной среды и прочих элементов леса, типичных для него подлеска, живого напочвенного покрова в совокупности мхов, лишайников, лесных травянистых растений [1].

К наиболее динамичным и реагирующим на климатические условия конкретного сезона, изменение освещенности, а также интенсивность рекреационного воздействия относятся нижние ярусы леса [2].

Нижние ярусы леса в значительной степени зависят от породного состава и сомкнутости господствующих древесных ярусов, так как те, в свою очередь, оказывают существенное воздействие на световой, тепловой и водный режимы подпологового пространства.

Целью данного исследования является изучение лесовозобновительных процессов в хвойно-широколиственных лесах Березичского лесничества национального парка «Угра».

Для изучения состава нижнего яруса леса, в частности подроста и подлеска, производился сбор экспериментального материала под пологом сосновых насаждений Березичского лесничества с учетом полноты древостоя.

Нами были проанализированы данные на 10 постоянных пробных площадях. Сплошной перерыв подроста и подростка производился методом учетных площадок размером 5 х 5 м с последующим переводом учетного количества в тысячи экземпляров на 1 га. Учетные площадки были распределены конвертом на пробных площадях.

Обследованные сосновые насаждения в Калужской области были представлены средневозрастными, приспевающими и спелыми древостоями различных типов леса, с полнотой 0,4–0,8 (табл. 1).

Таблица 1

Лесоводственно-таксационная характеристика пробных площадей

№ ПП	Тип леса, ТУМ	Состав древостоя	Возраст, лет	Среднее		Бонитет	Полнота	Запас м <sup>3</sup> /га
				Н, м	Д, см			
1	СЛ, С2	10С+Е	90	30,0	32,2	IA	0,6	320
2	СЛ, С2	10С	69	27,0	32,0	IA	0,8	380
3	СЛ, С2	10С	69	27,0	32,0	I	0,8	420
4	БР, В2	10С	120	31,0	52,0	I	0,4	220
5	БР, В2	10С	120	31,0	52,0	I	0,4	220
6	БР, В2	9С1Е	55	21,0	18,0	I	0,6	240
7	ЧЕР, В3	10Е	75	25,0	32,0	I	0,4	260
8	ЧЕР, В3	6С4Е	120	30,0	36,0	I	0,6	210
9	РТ, С2	8С1Е1Б	80	26,0	28,0	I	0,7	370
10	РТ, С2	7С3Е	77	27,0	32,0	I	0,7	270
Примечание. СЛ – сложный, БР – брусничный, ЧЕР – черничный, РТ – разнотравный.								

Большинство авторов сходятся в том, что наибольшее количество подроста в насаждениях наблюдается с полнотой 0,5–0,6. С уменьшением полноты количество подроста сокращается, так как усиленно разрастается травяной покров, подросточный ярус, который создает неблагоприятную обстановку для появления и роста молодых поколений деревьев. Полагается, что при увеличении полноты количество подроста также уменьшается, так как увеличивается дефицит света.

По данным обследования, на постоянных пробных площадях количество естественного возобновления колеблется от 1,2 до 9,0 тыс. экз./га (табл. 2).

В целом сосновый подрост занимает чуть больше 50 % на исследованных постоянных пробных площадях. В то же время под пологом сосновых насаждений еловый подрост занимает 29 %.

На постоянных пробных площадях зафиксировано успешное естественное возобновление сосны. Даже при полноте 0,8 количество подроста составляет 3,7 тыс. экз./га. (ППП № 2). Под полог светолюбивой сосны попадает достаточное количество света.



Наибольшее количество подроста отмечено на ППП №5 (9,0 тыс. экз./га), где он представлен сосной, а также на ППП № 4 (7,8 тыс. экз./га), где, помимо сосны, имеется примесь ели, березы и дуба. Подрост на данных участках сформирован под пологом чистых сосновых насаждений с полнотой, соответствующей 0,4.

Таблица 2

Характеристика естественного возобновления  
под пологом сосновых насаждений

№ ППП	Состав древостоя	Полнота	Состав подроста	Общ. густота подроста тыс. экз./га	Подлесок
1	10С+Е	0,6	7Е1Д1Лп1Вяз	1,2	Лщ, Р, Крл
2	10С	0,8	9С1Лп+Д+Е	3,7	Чр, Р
3	10С	0,8	4Е3Б2С1Д+Лп	2,0	Жм, Чр, Крл, Лщ, Р
4	10С	0,4	9С1Е+Б+Д	7,8	Р, Чр
5	10С	0,4	10С+Е	9,0	Р
6	9С1Е	0,6	5Е3Ос2С+Д+Кл	1,2	Лщ, Мл, Р., Чм.
7	10Е	0,4	9Е1Лп+Д+Б	1,6	Чр, Бр, Р, Мл.
8	6С4Е	0,6	5С4Е1Д+Б	3,4	Р, Чр, Мл, Жм
9	8С1Е1Б	0,7	5Лп3Кл2Вяз+Яс	4,1	Лщ
10	7С3Е	0,7	7Вяз2Лп1Кл+Е	2,3	Лщ, Чр
Примечание. Лщ – лещина, Р – рябина, Крл – крушина ломкая, Чр – черника, Жм – жимолость, Мл – малина, Бр – бересклет.					

Благонадёжное возобновление хозяйственно-ценных пород в подросте (сосны, ели и дуба) наблюдается на ППП №8 при оптимальной полноте 0,6. Его общая густота составляет 3,4 тыс. экз./га.

Наименьшее количество подроста под пологом соснового древостоя с одной единицей ели отмечено на ПП №1, 6 (1,2 тыс. экз./га) при полноте 0,6. Редкий подрост здесь представлен елью с примесью лиственных пород. Среди подлесочных пород наибольшую представленность имеет лещина – 80 % от густоты всего учтённого подлеска. Также отмечено наличие рябины, черемухи и малины, что отрицательно влияет на продуктивность возобновления таких хозяйственно ценных пород, как ель и дуб.

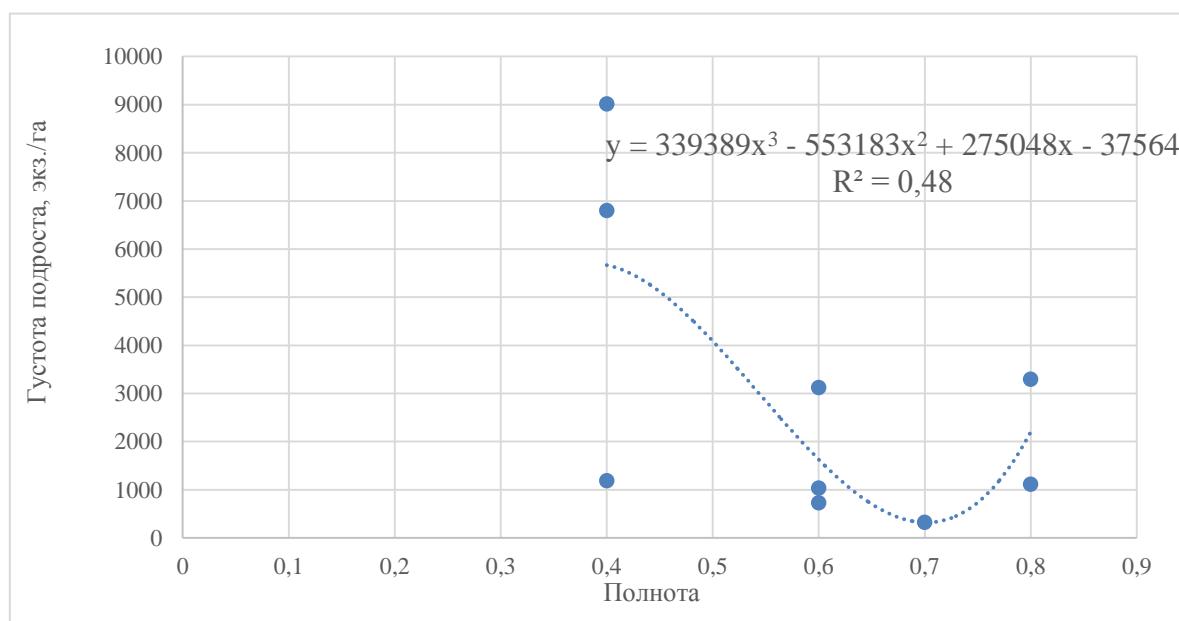
Несмотря на разрастание подлеска на ППП № 3 и 7 при полноте 0,8 и 0,4 соответственно, формируется надёжный, крупный еловый подрост (2,0 и 1,6 тыс. экз./га).

А.С. Матвеева, Н.В. Беляева, И.А. Кази [3] отмечают, что с увеличением численности и встречаемости подлеска, уменьшается доля ранней формы подроста ели, а доля поздней увеличивается. Также отмечено, что

при наличии подлеска разных пород (рябина, крушина, ива) у подроста ели лучшие показатели хода роста вне зависимости от фенологической формы.

Подрост под пологом сосняков с полнотой 0,7 на ППП № 9, 10 густотой 4,1 и 2,3 тыс. экз./га соответственно представлен лиственными породами и отличается небольшим разнообразием: липа и вяз – 50 %, клен остролистный – 40 %, ясень – 10 %. Этому также поспособствовало разрастание подлеска – лещины, занявшая нишу напочвенного покрова.

По результатам исследований связь между хозяйственно-ценными породами в составе подроста и полнотой выражена полиномиальной функцией (рисунок).



Распределение хозяйственно-ценных пород в подросте (С, Е и Д)  
в зависимости от полноты материнского насаждения

Корреляционный анализ показал, что естественное возобновление в данных условиях протекает успешно независимо от полноты материнского соснового насаждения.

Это подтверждает, что процесс естественного возобновления зависит от множества факторов. Помимо полноты насаждения и освещенности, на появление, рост и развитие молодых, подрастающих поколений под пологом леса, способных в будущем выйти в первый ярус, значительное влияние оказывают тип леса, тип лесорастительных условий, наличие вблизи плодоносящих деревьев и дальность их распространения, состав, возраст и сомкнутость материнского древостоя и т.п.

Только изучая динамические процессы, можно понять закономерности роста и развития лесных экосистем.

*Библиографический список*

1. Основы фитомониторинга / Н. П. Бунькова, С. В. Залесов, Е. С. Залесова, А. Г. Магасумова, Р. А. Осипенко. – Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2020. – 90 с.
2. Стоноженко Л.В., Коротков С.А., Гришенков В.А. Возобновление под пологом леса в национальном парке «Угра» // Лесхоз. информ.: электрон. сетевой журн. – 2018. – № 2. – С. 35–45.
3. Матвеева А.С., Беляева Н.В., Кази И.А. Влияние подлеска на подрост ели разных фенологических форм // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика. – 2017. – Т. 5. – № 9 (35). – С. 90–98.

УДК: 630\*181.1+635.9+581.132.1

Н. Н. Бессчетнова, В. П. Бессчетнов, А. В. Вышегородцев  
(N. N. Besschetnova, V. P. Besschetnov, A. V. Vyshegorodtsev)  
НГСХА, Нижний Новгород  
NSAA, Nizhniy Novgorod  
А. И. Широков  
(A. I. Shirokov)  
НИНГУ, Нижний Новгород  
(NRNSU, Nizhny Novgorod)

**ПИГМЕНТНЫЙ СОСТАВ ХВОИ ТИСА ПРИ ИНТРОДУКЦИИ  
В НИЖЕГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ**  
(PIGMENT COMPOSITION OF YEW NEEDLES DURING  
INTRODUCTION IN NIZHNY NOVGOROD)

*Исследовали пигментный состав фотосинтезирующего аппарата представителей рода тис (Taxus L.) в условиях интродукции в Нижегородской области. Тис канадский, тис ягодный и его золотисто-кончиковая форма видоспецифичны по содержанию и соотношению пластидных пигментов. Эти особенности их физиологии проявились на выровненном экологическом фоне и могут быть признаны генотипически обусловленными.*

*The pigment composition of the photosynthetic apparatus of representatives of the genus yew (Taxus L.) was studied under the conditions of introduction to the Nizhny Novgorod region. Canadian yew, Berry yew, and its Golden-tipped form are species-specific in terms of the content and ratio of plastid pigments. These features of their physiology appeared on a leveled ecological background and can be recognized as genotypically determined.*

Оптимизация среды урбанизированных территорий становится весьма актуальной задачей, требующей своего незамедлительного решения [1]. Одним из надежных средств стабилизации экологической обстановки в городах выступают насаждения из деревьев и кустарников, способных эффективно выполнять санитарно-гигиенические, декоративно-эстетические и рекреационно-бальнеологические функции. В их числе представители рода тис (*Taxus* L.), хорошо зарекомендовавшие себя в искусственных насаждениях различного функционального назначения и конструкций. В Нижегородской области они являются интродуцентами, где в силу недостаточной изученности их физиологических особенностей и ресурсов адаптации в культуре пока еще весьма ограничены. В этой связи требуют дальнейшей детализации представления о пигментном составе фотосинтезирующего аппарата, который во многом определяет жизнеспособность и устойчивость экзотов к лимитирующим факторам среды, обеспечивает наиболее полную реализацию их биологического потенциала в местах интродукции. При этом известно, что разнообразные адаптивные реакции хвойных часто сопровождаются изменениями в их пигментном составе.

В контексте сказанного целью исследований была сравнительная оценка пигментного состава хвои представителей рода тис. Объектом исследования служили два его вида и один сорт: тис ягодный (*Taxus baccata* L.), тис канадский (*Taxus canadensis* Marshall) и декоративная золотисто-кончиковая форма тиса ягодного (*Taxus baccata* L., f. *Capitata Aurea*). Они произрастают в ботаническом саду Нижегородского госуниверситета им. Н.И. Лобачевского, место дислокации которого, согласно системе лесорастительного районирования, относится к зоне хвойно-широколиственных лесов, входит в район хвойно-широколиственных (смешанных) лесов европейской части Российской Федерации, имеет координаты № 56°19'43", Е 44°00'07" и высоту над уровнем моря 141 м. Указанные выше объекты в организационно-методической схеме опыта представлены в соответствии с их текущей сохранностью и возрастной однотипностью.

Учитывая принцип единственного логического различия, одновременно заготавливали однотипные одновозрастные побеги без признаков повреждения биотическими и абиотическими факторами, находящиеся в одинаковом фенологическом состоянии на периферии среднего яруса хорошо освещенного участка кроны растений. Содержание пластидных пигментов определяли по общепринятым методикам с учетом имеющихся разработок [2–5]. Реализован спектрофотометрический анализ (спектрофотометр СФ-2000 с программным обеспечением GRASSGIS 7.6.1 / QGIS 3.4) с построением спектров поглощения, по которым на мониторе компьютера вели отсчет показаний прибора при длинах волн: 665 нм (хлорофилл-*a*); 649 нм (хлорофилл-*b*); 452,5 нм (каротиноиды). Он является достаточно точным методом количественного определения пигментного состава листового аппарата по оптической плотности вытяжки в 96 % эта-

ноле без её предварительного разделения. Концентрации пигментов вычисляли по уравнениям Ветштейна и Хольма. Первичной единицей выборки выступала экстракционная навеска хвои одного учетного побега. Всего подготовлено 70 образцов экстракционных навесок, у каждого из которых регистрировали содержание пластидных пигментов (хлорофилла-*a*, хлорофилла-*b*, каротиноидов), а также вычисляли их суммарное количество и соотношение. Концентрации пигментов вычисляли в электронных таблицах Excel по уравнениям Ветштейна и Хольма. Статистическая обработка опытных данных выполнена в соответствии с существующими методиками.

Установлено, что представители исследуемых видов тиса и его наследственно обусловленных форм обладали заметным различием в многочисленных характеристиках пигментного состава своего фотосинтезирующего аппарата (табл. 1–5). Отчетливо прослеживается их специфика в содержании хлорофилла-*a* в однолетней хвое (см. табл. 1).

Таблица 1

Статистики содержания хлорофилла-*a* в хвое видов и форм тиса

Вид, форма	M	СКО	max	min	±m	Cv, %	t	P, %
<i>T. baccata</i>	4,82	0,13	5,12	4,59	0,02	2,80	195,7	0,51
<i>T. canadensis</i>	4,20	0,22	4,68	3,84	0,05	5,22	85,64	1,17
<i>T. f. Capitata Aurea</i>	5,33	0,38	5,99	4,84	0,09	7,15	62,54	1,60
Total	4,84	0,50	5,99	3,98	0,08	10,26	57,67	1,73

Наибольшее количество указанного пигмента присутствовало в образцах *T. f. Capitata Aurea* ( $5,33 \pm 0,09$  мг/г), что на 1,13 единицы, или в 1,27 раза, больше, чем в образце *T. canadensis* ( $4,20 \pm 0,05$  мг/г), который содержал наименьшее его количество. Обобщенное среднее значение (Total) составило  $4,84 \pm 0,08$  мг/г. Некоторое изменение позиций в соотношении между видами наблюдалось при их сравнении по содержанию в однолетней хвое хлорофилла-*b* (см. табл. 2).

Таблица 2

Статистики содержания хлорофилла-*b* в хвое видов и форм тиса

Вид, форма	M	СКО	max	min	±m	Cv, %	t	P, %
<i>T. baccata</i>	6,26	1,08	8,47	3,91	0,20	17,17	31,91	3,13
<i>T. canadensis</i>	6,67	1,41	9,71	3,98	0,32	21,18	21,11	4,74
<i>T. f. Capitata Aurea</i>	9,16	1,66	11,24	4,74	0,37	18,10	24,70	4,05
Total	7,19	1,90	11,07	3,91	0,32	26,48	22,34	4,48

В этом случае наибольшее среднее значение ( $9,16 \pm 0,37$  мг/г) также обнаружено у *T. f. Capitata Aurea*. Его превышение над минимальной оценкой ( $6,26 \pm 0,20$  мг/г) у *T. baccata* было на 2,90 единицы, или в 1,46 раза, при обобщенном среднем значении (вариант Total)  $7,19 \pm 0,32$  мг/г. Содержание каротиноидов в тех же биологических пробах (см. табл. 3) больше соответствовало наличию в хвое хлорофилла-а (см. табл. 1).

Таблица 3

Статистики содержания каротиноидов в хвое видов и форм тиса

Вид, форма	М	СКО	max	min	$\pm m$	Cv, %	t	P, %
<i>T. baccata</i>	1,40	0,16	1,73	0,92	0,03	11,20	48,89	2,05
<i>T. canadensis</i>	1,12	0,11	1,30	0,94	0,03	10,07	44,40	2,25
<i>T. f. Capitata Aurea</i>	1,31	0,19	1,65	0,93	0,04	14,60	30,63	3,26
Total	1,31	0,21	1,73	0,92	0,04	16,30	36,30	2,75

Однако по данной пигментной группе самая высокая оценка свойственна *T. baccata* ( $1,40 \pm 0,03$  мг/г). Это на 0,28 единицы, или в 1,25 раза, выше, чем у *T. canadensis* ( $1,12 \pm 0,03$  мг/г). *T. f. Capitata Aurea* в данном случае занимал среднее место ( $1,31 \pm 0,04$  мг/г), предельно приближаясь к обобщенному среднему (вариант Total):  $1,31 \pm 0,04$  мг/г. В конечном итоге общая сумма пигментов в однолетней хвое по исследуемым видам распределилась в следующем порядке (см. табл. 4). Наибольшие значения показателя ( $15,80 \pm 0,34$  мг/г) характерны для *T. f. Capitata Aurea*, что в 1,32 раза, или на 3,81 единиц, больше, чем у *T. canadensis* ( $12,00 \pm 0,33$  мг/г). Обобщенное среднее (вариант Total) в этот раз составило  $13,33 \pm 0,36$  мг/г.

Таблица 4

Суммарное содержание пигментов в хвое видов и форм тиса

Вид, форма	М	СКО	max	min	$\pm m$	Cv, %	t	P, %
<i>T. baccata</i>	12,49	1,08	14,51	10,19	0,20	8,67	63,15	1,58
<i>T. canadensis</i>	12,00	1,50	15,09	9,37	0,33	12,47	35,87	2,79
<i>T. f. Capitata Aurea</i>	15,80	1,52	18,53	12,09	0,34	9,61	46,52	2,15
Total	13,33	2,15	18,53	9,37	0,36	16,14	36,64	2,73

Полученный на данном этапе работы материал статистически достоверен и надежен, что подтверждено величинами t-критериев Стьюдента и показателем точности опыта (относительная ошибка Р), которые соответствовали табличным пределам на пятипроцентном уровне значимости.

Можно отметить, что исследованные виды рода тис в условиях интродукции в Нижегородскую область заметно различались содержанием и соотношением хлорофиллов и каротиноидов в однолетней хвое, что позволяет предполагать и их неодинаковую адаптированность к местным условиям.

### *Библиографический список*

1. Данчева А.В., Залесов С.В. Экологический мониторинг лесных насаждений рекреационного назначения: учебное пособие. – Екатеринбург: УГЛТУ, 2015. – 152 с.
2. Бессчетнова Н.Н. Содержание основных пигментов в хвое плюсовых деревьев сосны обыкновенной // Вестник Московского государственного университета леса. Лесной вестник. – 2010. – № 6 (75). – С. 4–10.
3. Бессчетнова Н.Н. Многомерная оценка плюсовых деревьев сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) по показателям пигментного состава хвои // Вестник Марийского государственного технического университета. – Серия: Лес. Экология. Природопользование. – 2013. – № 1 (17). – С. 5–14.
4. Бессчетнова Н.Н., Бессчетнов В.П., Ершов П.В. Генотипическая обусловленность пигментного состава хвои плюсовых деревьев ели европейской // Лесной журнал. – 2019. – № 1. – С. 63–76. (Изв. высш. учеб. заведений). DOI: 10.17238/issn0536-1036.2019.1.63.
5. Кулькова А.В. Бессчетнова Н.Н., Бессчетнов В.П. Многопараметрическая оценка таксономической близости видов ели (*Picea A. Dietr.*) по пигментному составу хвои // Вестник Поволжского государственного технологического университета. – Серия: Лес. Экология. Природопользование. – 2018. – № 1(37). – С. 5–18.

УДК 630.55

А. А. Вайс  
(A. A. Vais)

СибГУ им. М.Ф. Решетнева, Красноярск  
(RSSU, Krasnoyarsk)

### **ВОЗРАСТНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ЧИСТЫХ БЕРЕЗОВЫХ НАСАЖДЕНИЙ ЮЖНОЙ ЧАСТИ СРЕДНЕЙ СИБИРИ (AGE FEATURES OF PURE BIRCH STANDS IN THE SOUTHERN PART OF CENTRAL SIBERIA)**

*Установлено, что на территории юга Средней Сибири формирование моноберезняков в большей степени негативно влияет на качество лесного фонда.*

*It is established that in the South of Central Siberia, the formation of mono-birch forests has a greater negative impact on the quality of the forest fund.*

**Введение.** Целью и задачей исследования являлось изучение качественных и количественных характеристик чистых березовых насаждений, обеспечивающих более точную и объективную оценку строения, роста, лесовосстановления, необходимых для организации их неистощительного комплексного использования.

Актуальность данных исследований обусловлена фиксацией возрастных изменений березняков в условиях модальной территории (Абанского лесничества Красноярского края).

При лесоустройстве знание возраста и возрастных особенностей деревьев и кустарников необходимо для планирования и проведения соответствующих их жизненному циклу мероприятий [1–3]. К таким мероприятиям относятся определение вырубki по уходу за лесом (по оздоровлению и профилактике заболеваний), противопожарные мероприятия, проводимые с целью рационального ведения лесного хозяйства [4].

**Природные условия района исследований.** Лесные массивы, охватывающие территорию, распространены чаще по возвышенностям и предгорьям, где основным типом растительности являются хвойные леса.

Рассматриваемый район делится на четыре зоны: степную, лесостепную, подтайги и таежную.

Степная зона занимает наиболее пониженную часть рельефа. Растительность степной зоны представлена абсолютным господством травянистых группировок и весьма незначительным участием лесных. Древесная растительность встречается в долинах рек. Основные породы – сосна, береза.

Лесостепная зона окаймляет степную и составляет большую часть территории района. Для растительности зоны характерно чередование распаханых участков с островами сосново-березовых колков. Компонентом растительности зоны являются сосновые боры, располагающиеся ленточно или небольшими массивами в местах распространения песчаных и супесчаных отложений.

Зона тайги и подтайги совпадает с поясом предгорий Енисейского края и Приенисейского краевого прогиба. Древесная растительность состоит из смешанных темнохвойных лесов (еловых, кедровых, пихтовых). По восточной окраине распространены лиственнично-сосновые леса.

**Результаты исследований.** Березовые насаждения представлены 13 классами возраста от 5 до 130 лет с анализом таксационной характеристики 707 выделов. В табл. 1 приведены данные об изменении возраста, средней высоты, среднего диаметра, бонитета, полноты, запаса и типа леса и других показателей.



Таблица 1

## Таксационная характеристика березы по классам возраста

Класс возраста	Таксационная характеристика, особенности насаждений
I класс до 1–10 лет	Состав: береза. Подрост: осина. Подлесок: шиповник, ива кустарниковая средней густоты. Тип почв: суглинистая свежая. Тип лесорастительных условий: среднеплодородная, сложные субори и сурамени. Полнота: неравномерная. Захламленность: нет
II класс 11–20 лет	Состав: береза. Подрост: осина. Подлесок: ива кустарниковая средней густоты. Тип почв: тяжелосуглинистая свежая. Тип лесорастительных условий: среднеплодородная, сложные субори и сурамени. Полнота: неравномерная. Захламленность: нет
III класс 21–30 лет	Состав: береза. Подрост: осина. Подлесок: шиповник редкий. Тип почв: суглинистая свежая. Тип лесорастительных условий: среднеплодородная, сложные субори и сурамени. Полнота: неравномерная. Захламленность: нет
IV класс 31–40 лет	Состав: береза. Подрост: осина. Подлесок: шиповник средней густоты. Тип почв: тяжелосуглинистая мокрая. Тип лесорастительных условий: среднеплодородная, сложные субори и сурамени. Полнота: неравномерная. Захламленность: нет
V класс 41–50 лет	Состав: береза. Подрост: осина. Подлесок: шиповник. Тип почв: тяжелосуглинистая мокрая. Тип лесорастительных условий: среднеплодородная, сложные субори и сурамени. Полнота: неравномерная. Захламленность: нет
VI класс 51–60 лет	Состав: береза. Подрост: осина. Подлесок: шиповник, ива кустарниковая средней густоты. Тип почв: суглинистая свежая. Тип лесорастительных условий: среднеплодородная, сложные субори и сурамени. Полнота: неравномерная. Захламленность: нет
VII класс 61–70 лет	Состав: береза. Подрост: осина. Подлесок: шиповник редкий. Тип почв: суглинистая свежая. Тип лесорастительных условий: среднеплодородная, сложные субори и сурамени. Полнота: неравномерная. Захламленность: нет
VIII класс 71–80 лет	Состав: береза. Подрост: осина. Подлесок: шиповник редкий. Тип почв: суглинистая свежая. Тип лесорастительных условий: среднеплодородная, сложные субори и сурамени. Полнота: неравномерная. Захламленность: нет. Участки леса вокруг сельскохозяйственных населенных пунктов
IX класс 81–90 лет	Состав: береза. Подрост: осина. Подлесок: шиповник, ива кустарниковая средней густоты. Тип почв: суглинистая свежая. Тип лесорастительных условий: среднеплодородная, сложные субори и сурамени. Полнота: неравномерная. Захламленность: нет. Участки леса вокруг сельскохозяйственных населенных пунктов
X класс 91–100 лет	Состав: береза. Подрост: осина, береза. Подлесок: шиповник, ива кустарниковая средней густоты. Тип почв: тяжелосуглинистая свежая. Тип лесорастительных условий: среднеплодородная, сложные субори и сурамени. Полнота: неравномерная. Захламленность: нет. Участки леса вокруг сельскохозяйственных населенных пунктов

Окончание табл. 1

Класс возраста	Таксационная характеристика, особенности насаждений
XI класс 101– 110 лет	Состав: береза. Подрост: сосна. Подлесок: шиповник густой. Тип почв: тяжелосуглинистая свежая. Тип лесорастительных условий: среднеплодородная, сложные субори и сурамени. Полнота: неравномерная. Захламленность: нет
XII класс 111– 120 лет	Состав: береза. Подрост: осина, береза. Подлесок: шиповник редкий. Тип почв: суглинистая свежая. Тип лесорастительных условий: среднеплодородная, сложные субори и сурамени. Полнота: неравномерная. Захламленность: нет
XIII класс 121– 130 лет	Состав: береза. Подрост: осина, береза. Подлесок: шиповник редкий. Тип почв: суглинистая свежая. Тип лесорастительных условий: среднеплодородная, сложные субори и сурамени. Полнота: неравномерная. Захламленность: нет
Березовые насаждения являются чистыми. Подрост встречается в 3–4 % от общего количество таксационных выделов и представлен в основном сосной. Устойчивость к резко изменяющимся условиям среды после сплошной рубки позволяет охарактеризовать подрост как благонадежный (жизнеспособный) 2,0 тыс.шт/га. Подлесок представлен в основном шиповником и спиреей средней густоты. Общая экспозиция склона является отрицательной по отношению к юго-западной экспозиции (-5 ЮЗ). Типы почв в большей мере суглинистые свежие и тяжелосуглинистые влажные, дерново-слабоподзолистые. Полнота неравномерная	

Оценка закономерностей в форме рядов распределения производилась по методике [5]. С повышением возраста распределение средней высоты древостоев изменялось циклично с депрессивного до эксцессивного, в молодом возрасте – депрессивное распределение, с повышением возраста проявилось ассиметричное распределение с незначительной депрессивностью, распределение среднего диаметра и полноты с возрастом не менялось, распределение бонитета с возрастом приобретало эксцессивное распределение, запас с возрастом из депрессивного распределения перешел к ассиметричному распределению с незначительной эксцессивностью.

В дальнейшем с помощью регрессионного анализа подобраны наиболее адекватные функции для аппроксимации средней высоты, среднего диаметра и запаса.

Exponential Association:  $H=a*(1-\exp(-b*A))$

Coefficient Data:

$a = 2,45998415055E+001$

$b = 2,21416124010E-002$

Возраст от 5 до 130 лет. Средняя высота с возрастом меняется от 2,6 до 23,2 м. График представлен экспоненциальной функцией.

Exponential Association:  $D_{1.3}=a*(1-\exp(-b*A))$

Coefficient Data:

$a = 5,32974059819E+001$

$b = 7,50565294746E-003$

Возрастные изменения среднего диаметра березовых насаждений. Возраст от 5 до 130 лет. Средний диаметр с возрастом меняется от 2 до 33,2 см. График представлен экспоненциальной функцией.

Exponential Association:  $M = a \times (1 - \exp(-b \times A))$

Coefficient Data:

$a = 1,57060128918E+002$

$b = 1,82194152344E-002$

Возрастные изменения среднего запаса березовых насаждений. Возраст от 5 до 130 лет. Запас с возрастом изменяется от 14 до 142 м<sup>3</sup>/га. График представлен экспоненциальной функцией.

В табл. 2 приведены средние таксационные показатели березовых насаждений южной части Средней Сибири.

Таблица 2

Возрастные изменения основных таксационных показателей березняков

Таксационные показатели	Возраст, лет													
	5	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130
Средняя высота, м	2,6	4,9	8,8	12,0	14,4	16,5	18,0	19,4	20,4	21,2	22,0	22,4	22,9	23,2
Средний диаметр, см	2,0	3,8	7,4	10,7	13,8	16,7	19,3	21,8	24,0	26,2	28,1	29,9	31,6	33,2
Запас, м <sup>3</sup> /га	14	26	48	66	83	94	104	113	120	127	132	136	139	142

**Закключение.** В результате выполненных исследований установлено следующее.

1. Чистые березовые насаждения на юге Средней Сибири характеризуются достаточно высокой долговечностью (до 130 лет).

2. Почвенные условия и тип лесорастительных условий имеют стабильные показатели в зависимости от возраста.

3. В подросте березняков преобладает осина, реже сосна и береза. При этом в целом по территории около трети выделов восстанавливаются ценной породой сосной. Подрост жизнеспособный, среднее количество – 2 тыс. шт./га.

4. С возрастом распределение основных таксационных показателей березовых насаждений характеризуется определенной асимметричностью с незначительной депрессивностью или эксцессивностью.

5. Количественные признаки (средняя высота, средний диаметр и запас) указывают на невысокую продуктивность березняков.

В целом можно констатировать, что на территории юга Средней Сибири формирование моноберезняков в большей степени негативно влияет на качество лесного фонда.

### *Библиографический список*

1. Моисеев В.С. Таксация леса: учебное пособие. – Л.: Лесн. пром-сть, 1970. – 257 с.
2. Анучин Н.П. Таксация и устройство разновозрастных лесов. – Л.: Лесн. пром-сть, 1969. – 64 с.
3. Сальникова И.С., Анчугова Г.В., Нагимов З.Я. Таксация леса: учеб. пособие. – Екатеринбург: УГЛТУ, 2017. – 72 с.
4. Залесов С.В. Лесоводство: учебник. – Екатеринбург: УГЛТУ, 2020. – 295 с.
5. Никитин К.Е., Швиденко А.З. Методы и техника обработки лесоводственной информации. – М.: Лесн. пром-сть, 1978. – 272 с.

УДК 630.3.:331

К. А. Воронцова, Т. Б. Сродных  
(K. A. Vorontsova, T. B. Srodnykh)  
УГЛТУ, Екатеринбург  
(USFEU, Yekaterinburg)

### **НОВЫЕ СКВЕРЫ ЕКАТЕРИНБУРГА – ОСОБЕННОСТИ ПЛАНИРОВКИ И АССОРТИМЕНТ РАСТЕНИЙ (NEW SQUARES OF YEKATERINBURG – FEATURES OF PLANNING AND ASSORTMENT OF PLANTS)**

*Рассматриваются особенности композиции новых скверов центральной части города Екатеринбурга, их современная планировочная структура и видовое разнообразие ассортимента растений, применяемого при создании новых и реконструкции старых городских скверов.*

*The article examines the features of the composition of new squares in the central part of the city of Yekaterinburg, their modern planning structure and species diversity of the assortment of plants used in the creation of new and reconstruction of old city squares.*

Быстро меняющиеся экономические и социальные условия оказывают все более существенное влияние на то, как люди используют и формируют свою окружающую среду. Современная городская среда сложна, она более разнородна. Растущая мобильность, коммуникационные технологии и гло-

бализация приводят к расширению городских районов, вызывая изменения в образе жизни, а следовательно, и в использовании общественных пространств.

На сегодняшний день скверы играют важную роль в системе озеленения городов. Они значительно видоизменяют городскую среду, усиливают фактор включения в нее природных компонентов, влияют на санитарно-гигиеническое состояние атмосферного воздуха, разнообразят отдых населения. При этом их объединяют общая рекреационная направленность, декоративность, кратковременность пребывания людей на данных территориях, тесная связь с городским транспортом и пешеходным движением, общедоступность.

Цель исследования – провести анализ планировочной структуры и композиционного решения скверов, а также разнообразия ассортимента на примере новых скверов г. Екатеринбурга.

Задачи исследования:

- 1) анализ планировочной структуры скверов;
- 2) анализ разнообразия ассортимента растений, применяемых в озеленении исследуемых скверов;
- 3) выявление особенностей современных планировочных решений скверов.

Объектами исследования стали новые скверы г. Екатеринбурга, созданные в городе в последние 10 лет, а именно: сквер им. Константина Бабыкина (после реконструкции старого сквера перед Управлением Свердловской железной дороги (ОАО РЖД), именуемой в дальнейшем СЖД), новый сквер напротив здания управления СЖД и сквер около ТЦ «Пассаж» (на месте бывшего сквера перед старым зданием «Пассажа»). Все они расположены в центральном планировочном районе города. Каждый из этих объектов обладает определенными планировочными особенностями и своеобразным ассортиментом растений.

В настоящее время территории скверов предназначены не только для кратковременного отдыха, но и для художественного оформления архитектурных ансамблей, тем самым более активно включаются в структуру города, участвуют в формировании его облика, повышают комфортность среды.

Городские скверы имеют определенную планировочную структуру, функциональное назначение, от которого зависит размещение растений, выбор элементов озеленения и определенный видовой состав. Форма территории городских скверов зависит от окружающей ситуации и функционального назначения самого сквера и окружающих его объектов. Сквер с англ. square переводится как площадь, квадрат, даже если слово «квадрат» указывает на саму форму, то совсем не обязательно, что форма сквера бу-

дет квадрат, по современным определениям, она может быть различна – прямоугольник, круг, треугольник и другие фигуры [1].

Рассмотрим планировку скверов и ассортимент растений на примере исследуемых новых скверов г. Екатеринбурга.

Сквер им. Константина Бабыкина располагается в границах улиц Челюскинцев, Гражданской и Печерской, с юго-западной стороны от здания управления СЖД (рис. 1).



Рис. 1. Схема планировки сквера им. Константина Бабыкина

Данный сквер был создан в 1925–1928 гг. после строительства самого здания управления СЖД. Его обустроили для отдыха горожан, проживающих в Железнодорожном районе, многие из которых работали на железной дороге. Первоначально посадки в сквере были представлены преимущественно тополем бальзамическим. И в настоящее время за юго-западной границей нового сквера остались еще старые посадки тополя.

Реконструкция данного сквера была проведена в 2017 г. Впервые на всей территории сквера появилось освещение, плиточное покрытие дорожек, декоративное ограждение. 30 сентября 2017 г. на территории сквера был установлен памятник Бабыкину Константину Трофимовичу, архитектору, спроектировавшему здание управления СЖД и множество других объектов Екатеринбурга и области.

Исходя из данных публичной кадастровой карты, площадь данного сквера составляет 9432 м<sup>2</sup>.

По форме территории сквер напоминает ипподром – такую форму ему придает круговая дорожка по периметру. В целом планировочное решение сквера выполнено в регулярной стилистике. Композиционная схема сложная, так как сочетает в себе элементы осевой и лучевой планировки. Центральным композиционным узлом сквера является квадрат, акцентом которого выступают посадки декоративных кустарников, выстроенных в виде правильных геометрических фигур. Это различные виды и сорта:

гортензии метельчатой (*Hydrangea paniculata*), сирени обыкновенной (*Syringa vulgaris* L.), спиреи японской (*Spiraea japonica*) и спиреи серой (*Spiraea cinerea*). Сам памятник архитектора находится не в центре композиции, а расположен в северо-западной части периметральной аллеи. Создается впечатление, что архитектор как будто смотрит на сквер со стороны. В целом пространство сквера состоит из системы аллей, растительности и малых архитектурных форм. Причем все растительные элементы характерны для регулярной стилистики: рядовые и аллеиные посадки, живые изгороди.

Использован разнообразный ассортимент древесных и кустарниковых растений, посадка была выполнена крупномером. Всего на территории сквера произрастает 4 вида деревьев: декоративные яблони «Рудольф» (*Malus «Rudolph»*), липа европейская (*Tilia x europaea*), бархат амурский (*Phellodendron amurense Rupr.*), клен остролистный (*Acer platanoides*); из кустарников: дерен белый (*Cornus alba*), кизильник блестящий (*Cotoneaster lucidus*), различные сорта спиреи японской, гортензии метельчатой и сирени обыкновенной. Всего 20 видов и форм деревьев и кустарников. Все растения – интродуценты, виды-аборигены отсутствуют, даже липа использована не мелколистная *Tilia cordata* Mill., а сортовая европейская *Tilia x europaea «Pallida»*.

Сквер напротив здания управления СЖД с юго-восточной стороны граничит с ул. Челюскинцев, с юго-западной стороны граничит со сквером им. Константина Бабыкина. По данным публичной кадастровой карты, площадь сквера составляет 2499 м<sup>2</sup> (рис. 2).



Рис.2. Схема территории сквера напротив здания управления СЖД

Территория сквера имеет полуовальную форму, регулярное планировочное решение и сложную композиционную схему – сочетание осевой и звездчатой.

Центральная ось делит территорию сквера на два симметричных сектора, в центральной части которых располагаются струйные фонтаны, выполненные в классическом стиле с подсветкой в темное время суток. В качестве центральной продольной оси выступает дорожка, ведущая к центральному входу здания управления. Причем продольная и поперечная оси практически равны, что создает гармоничность и стабильность композиции и соответствует стилю здания управления СЖД. Композиция имеет два центра в виде струйных фонтанов.

Зона вокруг фонтанов богато украшена цветочным оформлением, по ее периметру использован современный тип газона – газон из кустарников. В данном случае такой газон создан из спиреи японской «Little Princess» (*Spiraea japonica* «Little Princess») и спиреи японской «Golden Princess», (*Spiraea japonica* «Golden Princess»), имеет красивую фигурную форму. На территории сквера в виде вертикальных акцентов произрастают растения ели колючей, форма голубая (*Picea pungens* f. *glauca*), но их расположение не симметрично относительно главной оси. Эти же виды елей подчеркивают и фасад самого здания управления СЖД. Видовой состав кустарников представлен такими видами, как спирея японская (*Spiraea japonica*) и ее формы, пузыреплодник калинолистный (*Physocarpus opulifolius* L.), роза почвопокровная (*Rose Fairy*), гортензия метельчатая (*Hydrangea paniculata*), ива пурпурная «Nana» (*Salix purpurea* «Nana»), спирея серая «Грефшейм» (*Spiraea cinerea* «Grefsheim»). В оформлении сквера использовано всего 8 видов и форм растений, весь ассортимент представлен интродуцентами.

Сквер около здания ТЦ «Пассаж» располагается в историческом центре г. Екатеринбурга, в границах проспекта Ленина и ул. Вайнера, с южной стороны граничит с ТЦ «Пассаж», с восточной стороны – через проезд со зданием городской администрации г. Екатеринбурга.

Сквер был создан в 1929 г. по проекту архитекторов Н.А. Бойно-Родзевича и С.В. Домбровского перед старым историческим зданием «Пассажа». Территория сквера неоднократно подвергалась реконструкции, в связи с чем размер площади сократился почти в 3 раза. По данным публичной кадастровой карты, площадь сквера на данный момент составляет 2268 м<sup>2</sup> (рис. 3).

Территория сквера имеет прямоугольную форму, регулярную планировочную систему и простую композиционную схему – осевую.





и форм деревьев и кустарников, все виды – интродуценты. Из травянистых – 17 видов и сортов, из них три вида местной флоры. Преобладают интродуценты.

Городские скверы проектируют в соответствии со СНиП 2.07.01-89 «Градостроительство» исходя из данных свода правил, площадь территории городского сквера должна быть не менее 0,5 га [3]. Из анализируемых скверов таким нормативам соответствует лишь один сквер – сквер им. Константина Бабыкина (0,9 га).

В настоящее время в городах происходит коренная реконструкция малых озелененных пространств, основной упор делается на создание пешеходных зеленых зон, и, как правило, под удар попадают территории скверов, которые все больше сокращаются.

Как показывает данный анализ, при современной реконструкции скверов г. Екатеринбурга их площадь значительно уменьшается. Такими примерами являются сквер около ТЦ «Пассаж» и сквер напротив здания управления СЖД; их площадь сократилась на 20–30 % после реконструкции.

Планировка современных скверов, как правило, регулярная, одно-, двух- или многоцентричная, имеются смешанные варианты композиционной схемы: осевой и лучевой, осевой и звездчатой.

В новых скверах ассортимент растений имеет широкий диапазон видов и декоративных форм. Разнообразие видов, форм, окрасок – это, несомненно, плюс при создании декоративных скверов и садов. К сожалению, практически весь ассортимент новых скверов представлен интродуцентами и не все из них достаточно опробованы, акклиматизированы в наших условиях. Хотелось бы, чтобы основу ландшафтных композиций составлял наш местный, уральский ассортимент растений с включением достаточно устойчивых в наших условиях интродуцентов. Это придаст скверам в центральной части города уральский колорит.

### *Библиографический список*

1. Designing Urban Squares / IntechOpen: [сайт]. – URL: <https://www.intechopen.com/books/advances-in-landscape-architecture/designing-urban-squares> (дата обращения: 03.10.2020).
2. Баранов Д.С., Сродных Т.Б. Анализ видового состава насаждений в сквере перед ТЦ «Пассаж» (г. Екатеринбург) // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России (Екатеринбург, 18–19 апреля 2019 года). – Екатеринбург, 2019. – С. 333–335.
3. Строительные нормы и правила: СНиП 2.07.01–89. Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений: строительные нормы и правила. – М.: [б.и.], 2011. – 52 с.

УДК 630.265(574)

И. Н. Гавва, А. В. Капралов, А. В. Григорьева  
(I. N. Gavva, A. V. Kapralov, A. V. Grigorieva)  
УГЛТУ, Екатеринбург  
(USFEU, Yekaterinburg)

**ОЦЕНКА ШУМОГАСЯЩЕЙ РОЛИ ЗАЩИТНЫХ ЛЕСНЫХ  
НАСАЖДЕНИЙ ВДОЛЬ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ ПУТЕЙ**  
(ASSESSMENT OF THE NOISE-DAMPENING ROLE  
OF PROTECTIVE FOREST STANDS ALONG RAILWAY TRACKS)

*Изучено влияние защитных лесных насаждений (полос) вдоль путей железнодорожного транспорта на уровень шумовой нагрузки на прилегающей территории. Показано снижение уровня шума в зависимости от расстояния до источника, времени года и, соответственно, плотности полосы от 4 до 20 дБ. Показана возможность использования защитных лесных полос в качестве защитного противозвукового экрана.*

*The influence of protective forest stands (strips) along railway tracks on the level of noise load in the surrounding area was studied. The noise level is reduced depending on the distance to the source, the time of year, and, accordingly, the band density from 4 to 20 dB. The possibility of using protective forest strips as a protective anti-noise screen is shown.*

Практически все лесные насаждения выполняют многофункциональную роль. Они обогащают воздух кислородом, очищают его от загрязнений, снижают скорость ветра, уровень шума, служат для отдыха и рекреации и т.д. [1, 2].

Вместе с тем анализом функционала лесных насаждений на Урале занимались недостаточно. Малоизученной осталась оценка шумогасящей и шумоформирующей функции защитных лесных насаждений вдоль путей транспорта, в том числе железнодорожного.

Шумовая нагрузка вдоль железных дорог складывается из шума локомотива и вагонов. При работе тепловозов наибольший шум отмечается у выпускной трубы двигателя, где уровни звукового давления достигают 100–110 дБ. Даже на расстоянии 30 м от оси крайнего пути наружный шум тепловоза составляет 83–89 дБ, при увеличении же скорости поезда на 1 км/ч шум возрастает для грузовых поездов на 0,3 дБ, а пассажирских – на 0,37 дБ [3].

Интенсивность шума при движении поездов, работе сортировочных станций, компрессоров и другого оборудования железнодорожных предприятий достигает 90–100 дБ и более, что значительно превышает допустимые уровни для производственных (50–80 дБ) и жилых (30–50 дБ) территорий и неблагоприятно отражается как на пассажирах и работниках

железнодорожного транспорта, так и жителей прилегающих населенных пунктов [4].

Целью настоящей работы было изучение влияния на уровень шумовой нагрузки защитных лесных полос вдоль железной дороги. Объектом исследований явились защитные лесные полосы на участке Екатеринбург – Нижний Тагил в районе г. Невьянска (рис. 1). Состав полос: главная порода – сосна обыкновенная, кустарники – карагана древовидная. Высота полос около 17 м, конструкция зимой – ажурная, летом – ажурно-плотная.

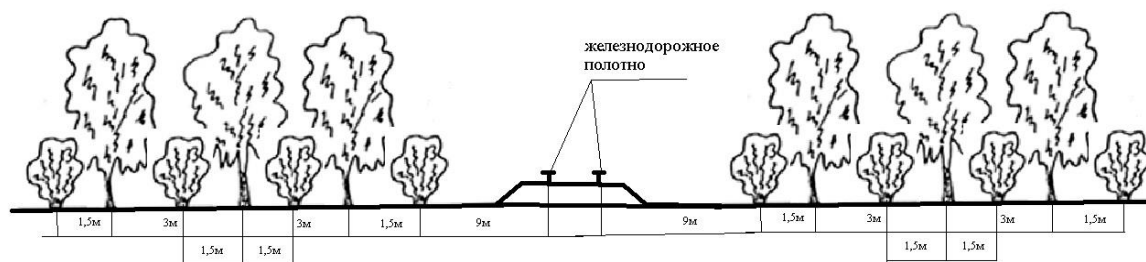


Рис. 1. Схема защитных лесных полос

Замеры уровня шума проводились на трансектах, расположенных перпендикулярно пути, на расстояниях 5, 50, 100 и 150 м от защитной лесной полосы и на таких же расстояниях на участках без защиты полосами.

Исследования проводились цифровым измерителем шума Extech 407736 по методике, описанной в ГОСТ 20444-85 [5]. Измерения проводились при условии, что балластный слой железнодорожных путей не должен быть мокрым и промерзшим. Измерение не проводилось во время выпадения атмосферных осадков и при скорости ветра более 5 м/с. При скорости ветра от 1 до 5 м/с применялся колпак для защиты измерительного микрофона от ветра. Измерительный микрофон устанавливался на высоте  $(1,5 \pm 0,1)$  м от уровня земли. Продолжительность периода измерения шумовой характеристики составляла не менее 1 ч.

Данные замеров приведены в табл. 1 и 2.

Таблица 1

Замеры уровня шума, дБ, на пробных площадях в марте 2019 г.

№ замера	Расстояние до защитного лесного насаждения, м	Товарный поезд	Пассажирский поезд	Товарный поезд на открытом пространстве	Пассажирский поезд на открытом пространстве
1	150	59	43	71	46
2	100	67	50	76	51
3	50	75	54	80	56
4	5	82	59	85	61
5	Замер в защитном лесном насаждении	88	63	88	63

Таблица 2

Замеры уровня шума, дБ, на пробных площадях в июле 2019 г.

№ замера	Расстояние до защитного лесного насаждения, м	Товарный поезд (дБ)	Товарный поезд на открытом пространстве	Пассажирский поезд на открытом пространстве	Пассажирский поезд
1	150	49	71	46	27
2	100	57	76	51	35
3	50	65	80	56	44
4	5	79	85	61	51
5	Замер в защитном лесном насаждении	88	88	63	63

В целях визуализации данных графическое представление полученных результатов приведено на рис. 2 и 3.



Рис. 2 Замеры уровня шума в марте 2019 г.

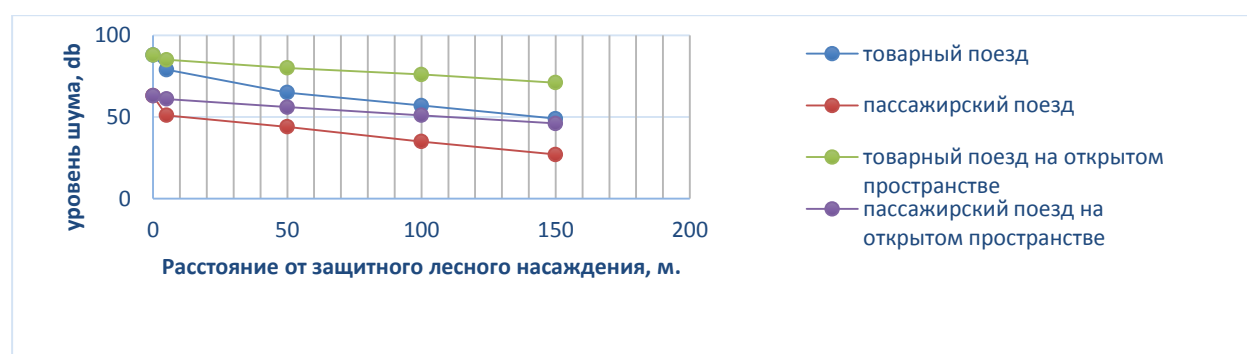


Рис. 3. Замеры уровня шума в июле 2019 г.

Анализ полученных данных показывает:

- интенсивность шума снижается с увеличением расстояния от железнодорожного пути, но на расстоянии 150 м все еще оказывается достаточно высокой, вызывающей акустический дискомфорт;
- интенсивность шума зависит от категории источника – грузовой поезд создает больший акустический дискомфорт, чем пассажирский;

- защитные лесные полосы с участием хвойных пород (сосны обыкновенной) оказывают значительное воздействие (снижение до 20 дБ) на уровень шума на прилегающей территории;

- снижение уровня шума зависит от плотности полосы – в летний период в облиственном состоянии защитные лесные полосы более эффективны.

Итоги исследований продемонстрировали, что защитные лесные полосы вдоль железной дороги играют роль экологического барьера, снижающего отрицательное влияние шумовой нагрузки со стороны объектов железнодорожного транспорта на прилегающую территорию. Дальнейшие исследования должны касаться определения наиболее эффективных конструкций и строения лесных полос для максимального снижения уровня шумовой нагрузки в первую очередь вблизи населенных пунктов.

### *Библиографический список*

1. Здорнов И.А., Нагимов З.Я., Капралов А.В. Изменение скоростей ветрового потока в системе «защитная полоса–автодорога» в условиях Северного Казахстана // Труды Санкт-Петербургского научно-исследовательского института лесного хозяйства. – 2020. – № 3. – С. 33–47.

2. Балычев В.Д. Шумогасящая способность лесных насаждений в Нижнем Поволжье // Оптимизация агроландшафтов, проблемы и перспективы развития агролесомелиорации и защитного земледелия: материалы науч.-практ. конф. аспирантов и молодых ученых / ВНИАЛМИ. – Волгоград, 2004. – С. 54–58.

3. Игнатович Н.И., Рыбальский Н.Г. Чем опасен транспорт для людей, животных и растений? – М.: РЭФИА, 1996. – 80 с.

4. Коробов Ю.И., Пузанова Ж.В. Экология и железнодорожный транспорт // Железнодорожный транспорт. – Сер. Экология и железнодорожный транспорт. – 1992. – № 1. – С. 1–32.

5. ГОСТ 20444-85. Шум. Транспортные потоки. Методы измерения шумовой характеристики. – М.: Издательство стандартов, 1985. –16 с.

УДК 630.6

УДК 332.14; 334.7

Э. Ф. Герц, А. В. Мехренцев, А. Ф. Уразова  
(E. F. Gerts, A. V. Mehrentsev, A. F. Urazova)

УГЛТУ, Екатеринбург  
(USFEU, Yekaterinburg)

Е. Н. Стариков  
(E. N. Starikov)

УрГЭУ, Екатеринбург  
(USUE, Yekaterinburg)

**ОСОБЕННОСТИ РАЗВИТИЯ  
ЛЕСНОГО ТЕРРИТОРИАЛЬНО-ПРОИЗВОДСТВЕННОГО  
КЛАСТЕРА СВЕРДЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ**  
(FEATURES OF DEVELOPMENT OF THE FOREST TERRITORIAL-  
INDUSTRIAL CLUSTER OF THE SVERDLOVSK REGION)

*Приведен пример формирования муниципального производственного кластера, который может стать мощным инструментом для стимулирования регионального развития лесного хозяйства Свердловской области. Сделан вывод о необходимости комплексного содействия со стороны органов региональной исполнительной власти в реализации кластерной политики на муниципальном уровне.*

*An example of the formation of a municipal production cluster, which can become a powerful tool for stimulating the regional development of forestry in the Sverdlovsk region, is given. It is concluded that there is a need for comprehensive assistance from regional Executive authorities in implementing cluster policy at the municipal level.*

На настоящий момент в России созданы и достаточно успешно функционируют кластеры в лесном секторе. В последнее десятилетие создание промышленных кластеров стало важным элементом государственной политики Российской Федерации. Принятие Постановления Правительства РФ №779 от 31.07.2015 г. «О промышленных кластерах и специализированных организациях промышленных кластеров» послужило механизмом запуска возникновения территориально-производственных кластеров.

Термин «кластер» был впервые применен в теории менеджмента в 1990 г. профессором Гарвардской школы бизнеса М. Портером. Эта группа географически соседствующих взаимосвязанных компаний и организаций, действующих в определённой сфере и характеризующихся общностью деятельности и взаимодополняющих друг друга [1].

Опыт различных стран, в частности Финляндии, подтверждает эффективность кластеризации экономики на основе инновационной трансформации предприятий малого бизнеса. Для разработки алгоритма модернизации региональной экономики путем создания кластеров требуются реальные решения на основе государственной промышленной политики. Прежде всего необходим устойчиво работающий механизм государственной поддержки кластеров, учитывающий особенности Российской Федерации. В перспективе компонентами инновационной экономики должны стать кластерная структура народного хозяйства и государственная система ее развития, поддержанная в том числе на региональном уровне. Кластерная структура, сформированная в региональных границах, создает благоприятные условия для решения отраслевых задач, а также способствует рациональному пространственному развитию территории.

Основным механизмом реализации кластерной политики на уровне муниципальных органов власти является муниципальная стратегия развития территориального кластера, а одной из важнейших целей органов муниципальной власти – содействие и поддержка развития предприятий малого бизнеса, создание рабочих мест [2]. В этой связи ключевым элементом для эффективной реализации планов кластерного развития территории является реестр инвестиционных проектов местных предприятий. Выпуск продукции предприятий кластера должен быть ориентирован на местный, региональный, межрегиональный рынок, что будет подтверждением уровня ее конкурентоспособности.

Кластерный подход позволяет существенным образом продвинуть решение проблемы создания импортозамещающих производств. В современных условиях особая роль в обеспечении поддержки высокотехнологических проектов импортозамещения отводится государственным институтам. Исследования состояния и современных условий работы конкурентоспособных кластеров в лесном секторе экономики, машиностроении, химическом производстве, пищевой промышленности, туристическом бизнесе и других отраслях позволили прогнозировать ожидаемые социально-экономические эффекты в процессе развития импортозамещающих кластеров.

В то же время следует отметить, что при всех положительных моментах кластеризации экономики региона имеется ряд специфичных вопросов, связанных с созданием кластеров на уровне отдельных муниципальных образований, включая проблемы:

- прав собственности, особенно в части лесных земель;
- недостаточности финансовых ресурсов;
- управленческой и финансовой зависимости от региональных органов власти и представителей крупных компаний;
- нехватки высококвалифицированных специалистов;



- недостаточности полномочий муниципалитетов в сфере реализации промышленной политики.

С учетом вышеизложенного рассмотрим особенности формирования лесопромышленного кластера Свердловской области:

- формирующееся ядро перерабатывающих предприятий, ориентированных преимущественно на переработку лиственной древесины (фанерные комбинаты, комбинаты по производству древесных плит ДСП, OSB, MDF);

- приоритет лесозаготовительным (производство тепловой энергии и нормированного древесного топлива) и лесохимическим (древесный уголь) производствам с учетом большой доли низкосортной лиственной древесины;

- развитие деревообработки на основе роста объемов индустриального деревянного домостроения на территории области;

- рост числа малых подрядных лесозаготовительных производств, ориентированных на сырьевое обеспечение местных лесопереработчиков;

- производство целлюлозно-бумажной продукции на основе развития малообъемных производств изделий с высокой добавленной стоимостью (тарной продукции, писчей бумаги, бумаги санитарно-гигиенического назначения);

- наличие собственной научно-производственной, исследовательской и инжиниринговой базы кластера Уральского лесного технопарка;

- эффективное многоуровневое кадровое обеспечение кластера за счет университетского научно-образовательного лесотехнического комплекса.

В настоящее время рассматриваются варианты формирования на территории Свердловской области лесостроительного, лесозаготовительного, мебельного кластера и, как комплексная альтернатива, формирование единого регионального лесопромышленного кластера. Участие муниципальных лесных территорий в процессе кластеризации региона существенно повышает результативность работы предприятий малого предпринимательства.

Формирование локальных «точек роста» территориального промышленного кластера должно происходить вокруг якорного предприятия с использованием механизма выделения свободных земельных участков и инвестиционных площадок для новых производств с целью привлечения промышленного бизнеса из-за пределов территории муниципального образования [2].

Тавдинский городской округ Свердловской области располагает большими возможностями для развития и роста промышленного потенциала как за счет увеличения загрузки существующих производственных мощностей, совершенствования их технической базы и повышения конкурентоспособности выпускаемой продукции, так и за счет развития новых производств по освоению лесных древесных и недревесных ресурсов на

основе инновационных, наукоемких, в том числе лесохимических, технологий.

Леса на землях лесного фонда по состоянию на 1 января 2018 г. в границах Тавдинского лесничества занимают площадь 559 118 га (по сравнению с прошлым Лесным планом занимаемая лесами площадь не изменилась) [3]. Леса, расположенные на землях населенных пунктов, – 7 260 га. По этому показателю Тавдинский ГО уступает только городам Екатеринбург и Нижний Тагил, а также Алапаевскому МО. Анализ фактического освоения лесов и допустимого объема изъятия древесины за период действия Лесного плана Свердловской области 2009–2018 гг. по Тавдинскому лесничеству приведен в таблице.

Анализ фактического освоения лесов и допустимого объема изъятия древесины за период действия Лесного плана Свердловской области 2009–2018 гг. по Тавдинскому лесничеству

Показатель	Всего	В том числе	
		хвойные	лиственные
Расчетная лесосека, м <sup>3</sup>	9 815,3	2 581,4	7 233,9
Фактическая заготовка, м <sup>3</sup>	1 764,2	890,8	873,4
Освоение, %	19,97	34,50	12,07

В настоящее время на территории Тавдинского лесничества ведется заготовка живицы на правах аренды ООО «Велес» на площади 1 839 га с установленным возможным ежегодным объемом 59,6 т. Существенный вклад в освоение пищевых ресурсов леса с учетом природных условий может внести Тавдинский ГО.

Промышленность Тавдинского городского округа имеет серьезный потенциал и долгосрочные конкурентные перспективы. При этом усиление позиций промышленного комплекса рассматривается в числе стратегических направлений развития территории, а промышленная политика – как важнейший инструмент его пространственного развития.

Производственный кластер должен обеспечить наибольшую устойчивость экономики и выявить ее наиболее сильные конкурентные позиции на рынке. Кластерный подход к перспективному промышленному развитию территории ТГО вытекает из особенностей развития и размещения производительных сил и природно-производственных условий. При численности населения более 35 тыс. человек на территории городского округа зарегистрировано 13 промышленных предприятий, в том числе 8 предприятий, осуществляющих ведение лесного хозяйства и лесозаготовки, деревообработку и производство древесного угля [4]. Это основа территориального лесопромышленного кластера, обеспечивающая переработку

древесного сырья лиственных пород с якорным предприятием ООО «Эко-групп» (бывший Тавдинский фанерно-плитный комбинат). Комплекс вновь создаваемых предприятий малого бизнеса лесозаготовительной, мебельной, биоэнергетической, лесохимической направленности ориентирован на освоение ресурсов арендованных лесных земель, а также на освоение бывших промышленных площадок гидролизного и лесопильного комбинатов. Он реально может быть дополнен предприятиями транспортного профиля, а также пищевыми и закупочными предприятиями, ведущими переработку недревесной продукции леса (грибы, ягоды, дикоросы). Кадровое обеспечение кластера возьмет на себя образовательный комплекс, созданный на основе Тавдинского колледжа механической обработки древесины и Уральского государственного лесотехнического университета. Специализированной организацией формирующегося промышленного кластера должна стать областная некоммерческая организация работодателей «Уральский Союз лесопромышленников».

В перспективе планируется реализация следующих основных направлений развития Тавдинского муниципального кластера:

- устойчивое лесопользование на основе интенсивного ведения лесного хозяйства на территории соседних районов Свердловской, Тюменской областей и ХМАО – Югры с преимущественным освоением лиственных насаждений и низкосортной древесины;
- комплексное освоение недревесных ресурсов леса за счет организации торгово-закупочной сети и перерабатывающих производств;
- производство и потребление нормированных видов биотоплива (щепы, брикетов, древесных гранул) с использованием древесных отходов якорного предприятия;
- лесохимическая переработка бересты и древесной зелени на высокотехнологичные лесохимические виды продукции;
- транспортное освоение территории на основе водных, автомобильных путей и восстановления УЖД;
- производство минеральной воды и пищевых биодобавок на основе лесных ягод и дикоросов;
- развитие и обустройство туристических маршрутов и рекреационных территорий.

Статья написана в рамках научной темы FEUG-2020-0013 «Экологические аспекты рационального природопользования» УГЛТУ.

#### *Библиографический список*

1. Портер М. Э. Конкуренция. – М.: Вильямс, 2002. – 496 с.
2. Развитие методологии структурно-отраслевой и экономикотехнологической организации лесного сектора экономики (на примере

лесного сектора Республики Башкортостан): моногр. / под общ. ред. А.В. Мехренцева. – Екатеринбург: УГЛТУ, 2018. – 300 с.

3. Лесной план Свердловской области на 2009-2018 годы. – URL: <http://www.pravo.gov66.ru/> (дата обращения: 28.09.2020).

4. Справочник предприятий Уральского федерального округа. – URL: <https://urfo.biz/> (дата обращения: 22.10.2020).

УДК 630\*30

Э. Ф. Герц, А. Ф. Уразова, В. А. Азаренок  
(E. F. Gertz, A. F. Urazova, V. A. Azarenok)  
УГЛТУ, Екатеринбург  
(USFEU, Yekaterinburg)

# **ПЕРСПЕКТИВЫ ВНЕДРЕНИЯ МАЛОГАБАРИТНЫХ ЛЗМ ДЛЯ РАБОТЫ ПОД ПОЛОГОМ ДРЕВОСТОЯ** (PROSPECTS FOR THE INTRODUCTION OF SMALL-SIZE FOREST MACHINES FOR WORKING UNDER THE CANOPY OF A TREE STAND)

*Рассмотрен вариант применения мини-трактора на рубках ухода за лесом. Приведены характеристики предмета труда, соответствующего различным видам рубок ухода, доверительные интервалы изменения таксационных параметров характерного древостоя.*

*The article studies the use of a mini-tractor for forest cleaning cutting. The characteristics of the object of labor corresponding to various kinds of forest cleaning cutting, confidence intervals of change of the forest taxation parameters of a specific forest stand are shown.*

С целью формирования высокопроизводительных и здоровых древостоев на определенных этапах их развития проводятся специальные лесохозяйственные мероприятия, такие как рубки ухода. Они могут осуществляться на одних и тех же площадях неоднократно [1].

Рубки ухода в средневозрастных (прореживание, проходная рубка), приспевающих (рубка переформирования) и спелых (выборочные санитарные рубки) древостоях исходя из размеров и качества деревьев, а также по экологическим и экономическим соображениям рекомендуется осуществлять при помощи средств малой механизации и имеющейся сети дорог и троп. Из разряда малогабаритной техники это прежде всего мини-тракторы, способные работать под пологом леса по возможности без рубки волоков.

Основными объектами применения мини-тракторов на рубках ухода и при ликвидации захламленности и благоустройства территорий являются

прежде всего городские леса, леса лесопарковых зеленых поясов и леса защитных категорий.

Достоинствами мини-тракторов является их относительно небольшая масса, высокая проходимость, маневренность, экологическая безопасность, экономичность, небольшая грузоподъемность, простота обслуживания, способность осуществлять транспортировку лесных грузов под пологом древостоя, маневрируя между деревьями. В России в отличие от ряда европейских стран средства малой механизации лесозаготовительных работ пока не получили широкого применения и представлены только опытными образцами.

Реализация рубок в мелкоконтурных древостоях имеет свои особенности: малый объем заготовки; различные варианты систем лесосечных машин; сложная дорожно-тропиночная сеть; широкий диапазон изменчивости таксационных характеристик древостоя. Выход деловой древесины определяется не только природными условиями, но и видом рубок (рубки ухода, санитарные рубки, сплошные и т.д.) [2].

Малогабаритные лесные машины имеют довольно широкое распространение на малообъемных рубках ухода. Среди них следует выделить три типа таких машин:

- малогабаритные колесные форвардеры на базе мини-трактора и прицепа;
- малогабаритные колесные форвардеры на базе мотовездеходов и прицепа;
- пешеходно-управляемые мини-машины [3].

По конструкции ходовой части мини-тракторы делят на колесные, колесно-гусеничные и гусеничные.

С помощью этих машин могут выполняться следующие технологические операции:

- сбор лесоматериалов;
- подсортировка;
- доставка сортиментов с заготовительного участка к лесовозной дороге.

Малогабаритные трелевочные тракторы могут использоваться в качестве вспомогательного средства для подтрелевки к пасечному волоку лесоматериалов при выполнении рубок малой интенсивности в составе различных систем машин.

Модульные машины предполагают, что основное технологическое оборудование является навесным или прицепным, которое агрегатируется с энергетическим модулем. В качестве энергетического модуля может выступать, например, колесный трактор общего назначения. Преимущества такого подхода для небольших предприятий очевидны. Один энергетический модуль может использоваться на различных лесозаготовительных и

лесохозяйственных работах. Это значительно снижает экономические риски и обеспечивает технологическую гибкость небольшому предприятию. В зарубежной практике накоплен большой опыт в конструировании различных прицепных машин от трелевочных полуприцепов до харвестерных процессов. Широкий выбор прицепного оборудования позволяет формировать не отдельные машины, но целые комплексы, способные выполнять весь технологический цикл работ.

По массе и мощности мини-машины классифицируются как (табл.1):

- легкие;
- средние;
- тяжелые.

Таблица 1

### Классификация малогабаритной техники

Тип	Масса, т	Мощность, кВт	Грузоподъемность, кг	Макс. скорость машины, км/ч	Давление на почву, кгс/см <sup>2</sup>	Модель машины и производитель
Легкий	До 500	До 10	До 500	15	До 0,15	Iron Horse 125 PRO (Jonsered); МУЛ-1 (РФ, НПО «Рыбинские моторы»); ЛМТ-1; ИН 2090 (Serra); МТР-1 (РФ, Екатеринбург); МПН 3,7 («Martimex» (Словакия))
Средний	500–650	10–14	300–600	25	До 0,15	Scottrac OX14 (Artcom Tradebridge Ltd); ОХЕН («Вол»)»
Тяжелый	Свыше 650	14–16	Свыше 650	25	До 0,15	«Гном» (РФ, ОАО НПП «СТАРТ»); Alstor (Швеция); «TERRI 2040 D» (Nordtrac (Финляндия))

Для машин каждого размера существуют оптимальные условия использования, но большинство этих машин может применяться в многообразных условиях. Естественно, что для легких агрегатов недоступны самые крупные лесоматериалы.

Объемы заготовки древесины и эффективность работы мини-трактора во многом зависят от природно-производственных условий и в частности от размерно-качественных характеристик предметов труда, каковым является

растущий лес. В этой связи при выборе малогабаритных лесозаготовительных машин, предназначенных для проведения определенного вида лесозаготовительных работ, должное внимание следует уделить определению наиболее вероятностных таксационных параметров трелюемого древостоя, последующему выбору параметров технологического оборудования и базового шасси исходя из обеспечения эффективности работы минитрактора. Применению средств малой механизации на лесозаготовках должен предшествовать анализ древостоев, предполагаемых для освоения участков лесного фонда и других природно-производственных условий предприятия.

При организации лесозаготовок в малых объемах уже на стадии проектирования необходимо производить расчет сортиментной структуры, выхода деловой древесины, планировать методы и средства переработки отходов и низкокачественной древесины. Необходимо иметь весовые и объемные характеристики предмета труда, временные ограничения транспортировки, расстояние перемещения груза, условия работы транспортного средства, специальных погрузочных и разгрузочных средств и другие характеристики процесса транспортировки груза.

*Характеристика предмета труда.* Рассматривая лесосечный фонд Режевского лесничества, следует отметить долю составляющих его молодняков, средневозрастных и приспевающих древостоев, в которых возможно проведение рубок промежуточного пользования.

Для реализации поставленной задачи определялись наиболее вероятностные таксационные параметры главных лесообразующих пород в возрасте проведения прореживания, проходных рубок, а также усредненные значения для рубок ухода с учетом породного состава, характерного для условий лесничества, и процентного соотношения между молодняками и средневозрастными древостоями. Вероятность нахождения параметров обрабатываемого древостоя в интервале между минимальным  $x_{\min}$  и максимальным  $x_{\max}$  значениями определяется на основании формулы

$$P(x_{\min} < X \leq x_{\max}) = \Phi(z_2) - \Phi(z_1), \quad (1)$$

где  $\Phi(z_2)$ ,  $\Phi(z_1)$  – значения функции Лапласа соответственно по параметрам  $z_2$  и  $z_1$ , которые определяются как

$$z_1 = \left| \frac{X_{\min} - \bar{x}}{S} \right|, \quad z_2 = \left| \frac{X_{\max} - \bar{x}}{S} \right|, \quad (2)$$

где  $\bar{x}$  и  $S$  – среднеарифметическое значение и среднеквадратичное отклонение исследуемого таксационного параметра древостоя.

Результаты определения усредненных параметров и доверительных интервалов по видам рубки приведены в табл. 2.

Таблица 2

Рассчитанные статистические характеристики предмета труда  
при рубках ухода

Вид рубки	Средний диаметр древостоя, см			Средняя высота древостоя, м			Средний объема хлыста, м <sup>3</sup>			Средний объем сортимента при l= 4 м (в числителе – объем, м <sup>3</sup> ; в знаменателе – доля в %)
	$\bar{x}$	$S$	Довери- тельный интервал	$\bar{x}$	$S$	Довери- тельный интервал	$\bar{x}$	$S$	Довери- тельный интервал	$\bar{x}$
Прорежи- вание	10,47	3,5	[8,92; 12,03]	12,55	0,59	[12,28; 12,81]	0,103	0,05	[0,015; 0,153]	$\frac{0,088}{85}$
Проходная рубка	11,08	4,14	[10,08; 12,07]	13,47	3,61	[12,6; 14,34]	0,123	0,19	[0,024; 0,230]	$\frac{0,092}{75}$

Исходя из того, что таксационные параметры древостоя, отведенного для проведения рубок промежуточного пользования, в условиях различных предприятий могут отличаться, для определения эффективности работы малогабаритной ЛЗМ были определены наиболее вероятные параметры обрабатываемого древостоя для рубок ухода.

В соответствии с полученными данными для обеспечения возможности обработки не менее 95 % лесосечного фонда рубок ухода малогабаритная машина должна эффективно работать в древостое от 0,015 до 0,230 м<sup>3</sup> при наиболее вероятном древостое с объемом 0,123 м<sup>3</sup>, диаметром 10,8 см и высотой 13 м. Средний объем сортимента не превышает 0,1 м<sup>3</sup>, что позволяет грузить его вручную.

Рубки ухода относятся к числу важнейших лесохозяйственных мероприятий. Такие виды, как прореживание и проходные рубки, заслуживают пристального внимания, так как изымаемая древесина может быть реализована. Поэтому выявление товарной структуры вырубленной части древостоев при рубках ухода имеет большое значение. В практике принято определять объем и товарность насаждений по объемным и сортиментным таблицам [4].

### Выводы

Легкие малогабаритные тракторы, имея определенные технические характеристики, хорошо приспособлены для трелевки заготовленной древесины в хлыстах и сортиментах на расстояние до 100 м при выполнении прореживаний, проходных рубок, рубок переформирования и выборочных санитарных рубок. Производительность такого трелевочного оборудования составляет 3,0–3,5 м<sup>3</sup>/чел. смену. В данном случае наблюдается оптимальное соотношение эксплуатационных и технических характеристик при



решении задачи максимального сохранения природной среды. Трелевка заготовленной древесины без рубки технологических коридоров при рубках ухода за лесом является основным достоинством мини-тракторов. Их движением управляет идущий впереди рабочий. Для транспортировки этих механизмов не требуется специальных платформ. Погрузка и разгрузка осуществляются вручную и не требуют специальных приспособлений.

Малогабаритные тракторы, относящиеся к типу тяжелых, хорошо зарекомендовали себя при трелевке сортиментов на расстояние 200–250 м. Их производительность при установлении специализированного погрузочного оборудования (гидравлического грейферного захвата) составляет до 30 м<sup>3</sup>/чел. смену. Некоторые модели малогабаритных трелевщиков могут осуществлять транспортировку заготовленной древесины длиной до 6 м и массой 1500–2000 кг (2,0–2,5 м<sup>3</sup>).

Опыт эксплуатации показывает, что такая техника является перспективным самостоятельным видом транспорта, который должен занять свою нишу в ряду современных транспортных средств, имеющих уникальные специфические эксплуатационные свойства и определенную область использования, в которой применение других видов транспорта невозможно или нецелесообразно. Он способен выполнять возлагаемые на него транспортно-технологические функции, не воздействуя негативно на окружающую среду.

Работа выполняется в соответствии с проектом тематики научных исследований, включаемых в планы научных работ научных организаций и образовательных организаций высшего образования, РАН. Тема: «Экологические аспекты рационального природопользования». Код научной темы FEUG-2020-0013.

### *Библиографический список*

1. Уразова А. Ф., Азаренок В. А., Герц Э. Ф. Оценка воздействия технологий заготовки древесины на окружающую среду: учеб. пособие. – Екатеринбург: УГЛТУ, 2020 – 122 с.
2. Матросов А.В. Технологические процессы малообъемных лесозаготовок и метод их моделирования // Вестник Московского государственного университета леса. Лесной вестник. – 2006 – № 6. – С. 98–101.
3. Некоторые особенности применения малогабаритных машин при несплошных рубках/ Герц Э.Ф., Иванов В.В., Анкудинов А.В., Старогородцева Ю.В. // Аграрный вестник Урала. – 2012. – № 1 (93). – С. 49–50.
4. Анучин Н. П. Сортиментные и товарные таблицы. – М.: Лесн. пром-сть, 1978 – 480 с.

УДК 72.021.2

Д. Х. Давтян, С. А. Угрюмов  
(D. H. Davtyan, S. A. Ugryumov)  
СПбГХПА имени А.Л. Штиглица, г. Санкт-Петербург  
(SPbSAIA, Saint-Petersburg)

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ ФИТОДИЗАЙНА  
ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ИНТЕРЬЕРА**  
(USE OF PHYTODESIGN ELEMENTS IN INTERIOR DESIGN)

*Разработана концепция создания интерьера холла образовательного учреждения с использованием идей конструктивизма и элементов фитодизайна в виде висячих зеленых садов, декоративных деревьев и трав. Проект сочетает композиционно связанные между собой элементы декора, мебели, цветовые решения, а также функциональность пространства.*

*The concept of creating the interior of the hall of an educational institution using the ideas of constructivism and elements of phytodesign in the form of hanging green gardens, decorative trees and herbs was developed. The project combines compositionally related elements of decor, furniture, color solutions, as well as the functionality of the space.*

Образование всегда играло одну из главных ролей в развитии и становлении человека. В среднем треть жизни проходит в стенах школьных классов, школа и образование также оказывают глубокое влияние на то, как мы в будущем рассматриваем мир. Создание условий для всестороннего развития личности школьника с организацией благоприятного пространства, где ученик проводит половину своего дня, – первоочередная задача, актуальная во все времена [1].

На сегодняшний день уровень технического оснащения, функционала и эстетический вид помещений школ не соответствует современным требованиям. Они нуждаются в реконструкции и изменении как внешнего облика, так и интерьеров с внедрением новых проектных решений и использованием современных материалов.

При проектировании интерьера необходимо обеспечить функциональную составляющую отдельных пространственных зон с учетом принципов композиционного единства, умеренно использовать предметы мебели, применять гармоничные цветовые решения, соблюдать цельность внутреннего пространства всех зон и ввести в интерьер элементы живой природы, интересных текстур и т.д. [2].

В оформлении школ должно учитываться влияние среды на учебный процесс с использованием не только принципов дизайна, но и законов педагогики и психологии [3]. Важна также обеспеченность пространства

необходимым оснащением для безопасности, доступности, а также создание обстановки с организацией арт-пространств, в которых комфортно находиться.

В настоящее время тенденции оформления жилых пространств развиваются в направлении создания комфортных условий для человеческой среды с использованием натуральных материалов, в том числе живого озеленения. При оформлении интерьеров интересно смотрятся разнообразные фитокомпозиции – зеленые сады, флорариумы, палюдариумы и пр., создающие позитивную атмосферу [4].

В профессиональном фитодизайне большой популярностью пользуется технология гидропонного выращивания разнообразных растений на стенах в специально приспособленных для этого сооружениях. Озеленение стабилизированным мхом и растениями – одно из направлений экодизайна, а также новый тренд в дизайне интерьера. Современные тенденции в дизайне интерьера – спокойные, продуманные, ориентированные на предпочтения самих людей, на создание комфортных условий. Главный тренд – экологичность, практичность и минимализм с использованием в интерьере природных элементов, в том числе живого озеленения.

В рамках данной работы создана дизайн-концепция интерьера холла образовательного учреждения на примере одной из школ г. Ростова-на-Дону, которая имеет типичный интерьер 70-х годов. В школе давно не было ремонта, поэтому обстановка в интерьере давно устарела, смотрится неактуально и скучно. В интерьере нет единого решения, элементы интерьера не связаны между собой композиционно. Пространство холла школы имеет прямоугольную форму, в холле имеется 3 колонны, расположенные линейно на расстоянии друг от друга около 6 м. У пространства холла нет единой концепции, дизайн выглядит устаревшим и достаточно скучным. Холл нуждается в ремонте с применением современных тенденций. План холла до деконструкции представлен на рис. 1.

При формировании дизайн-проекта холла школы решались задачи:

- рационально организовать школьное пространство в холле с учетом функционального приспособления, необходимых зон и эстетического внешнего вида;
- разработать единую концепцию с применением современных тенденций и материалов;
- организовать пространство холла с учетом возможности свободного передвижения больших групп учащихся и учителей;
- визуально зонировать рабочее место вахтёра, обеспечив определенный функционал при поддержании общей дизайнерской идеи;
- найти оптимальное решение дизайна имеющихся колонн;
- создать комфортную зону для ожидания родителей;

- создать элементы декора, благоприятно влияющие на настроение и эмоциональное состояние учащихся.

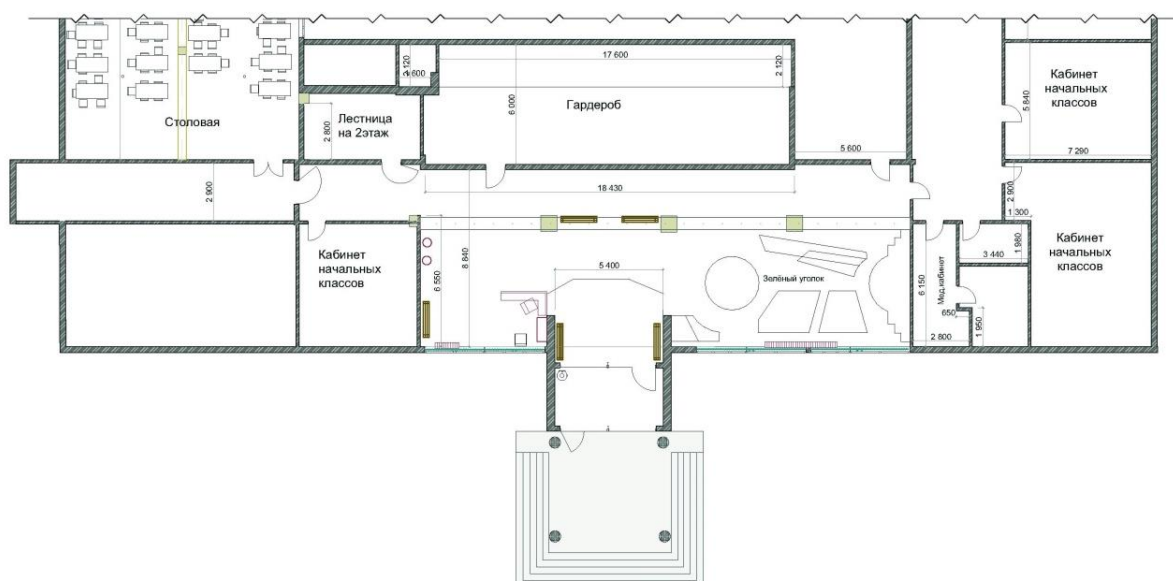


Рис. 1. План холла до деконструкции

При разработке проекта важно было не нарушить нужные функциональные качества и предложить такое видоизменение остальных, чтобы концепция приобрела новое, индивидуальное решение, при этом в проекте широко использована идея озеленения пространства. Схема зонирования холла представлена на рис. 2.



Рис. 2. Схема зонирования холла

При создании проекта были использованы идеи конструктивизма [5]. Данный стиль сочетает четкость и размеренность, что подчеркивает рабочую атмосферу данного помещения и отражает серьезный характер учебного заведения. В проекте была выстроена модульная сетка, фиксирующая рисунок отделки пола, по которой осуществлялась расстановка мебельного оборудования и элементов озеленения, что, в свою очередь, подчеркивает геометричность, структурность и объемность, характерную для конструктивизма.

Пространство холла школы имеет прямоугольную форму. Попасть в помещение можно одним способом – через главный вход. Центральная композиция – графическое панно – так расположено в проекте, что внимание заходящих в здание школы людей сразу задерживается именно на нем. Графическое панно несет в себе декоративный характер. Выставочные модули в проекте, помимо декоративной, также несут и информативную составляющую. В них может быть помещено расписание или важная информация для учителей и учеников. Мебельные модули мобильны, их можно убирать или переставлять в зависимости от потока школьников и необходимости мест для переобувания.

Вдоль холла располагаются три несущие колонны, каждая грань колонны размером 80 см. Они выглядят массивно и монолитно, поэтому было принято решение поделить их на небольшие сектора, что должно визуальное облегчить пространство холла, а ритмичность расположения секторов на колоннах – поддержать общий ритм композиции. Также с обеих сторон колонн были расположены длинные зеркала, которые, помимо основной функции, визуальное облегчают и делают пространство ощутимо свободнее.

В проекте использовались элементы живого озеленения – висячие зеленые сады, небольшие декоративные деревья, травяные растения, которые вызывают ассоциации с неким парковым пространством, при этом помогают чувствовать себя спокойней и уверенней, комфортней и уютней в пространстве и благоприятно влияют на здоровье. На рис. 3 представлен вариант дизайна холла с элементами озеленения.

Таким образом, для достижения композиционного единства, в интерьере поддерживаются принципы умеренности в использовании предметов и цветового решения, минимизировано количество сложных профилей, соблюдена цельность внутреннего пространства всех зон с введением элементов живого озеленения. При всей сдержанности цветовых решений и сложных элементов интерьер холла имеет современный вид и выдержан в единой концепции.



Рис. 3. Вариант дизайна холла

### *Библиографический список*

1. Кандаурова А.В. Организация толерантного пространства школы в условиях социального взаимодействия. – Омск: ОГПУ, 2006. – 187 с.
2. Бурова Т.Ю. Проектирование интерьера: образ, концепция, композиция // Евразийский союз ученых. – 2015. – № 3–9 (12). – С. 56–57.
3. Шалина Д.С., Степанова Н.Р. Реновация школ как условие повышения уровня образования // Современные проблемы науки и образования. – 2020. – № 1. – С. 12–21.
4. Попова Н.Н. Фитодизайн: справочник. – Воронеж: ВГЛТУ, 2003. – 228 с.
5. Гринь М.А., Жорова Е.В. Конструктивизм – стиль советского дизайна 20-х годов // Дизайн и искусство – стратегия проектной культуры XXI века: сборник материалов Всероссийской научной конференции молодых исследователей. – М.: РГУ имени А.Н. Косыгина, 2016. – С. 84–87.

УДК 635.9 : 582.477.6

А. И. Дегтярев, Г. В. Барайщук, Н. Ю. Шевченко  
(A. I. Degtyarev, G. V. Barayshchuk, N. Yu. Shevchenko)  
ОмГАУ, Омск  
(OmSAU, Omsk)

**ВЛИЯНИЕ СТИМУЛЯТОРОВ КОРНЕОБРАЗОВАНИЯ  
НА УКОРЕНЕНИЕ ЗЕЛЕННЫХ ЧЕРЕНКОВ  
МОЖЖЕВЕЛЬНИКА ОБЫКНОВЕННОГО**  
(EFFECT OF ROOT FORMATION STIMULATORS ON ROOTING  
OF GREEN CUTTINGS OF JUNIPER)

*Приведены сравнительные данные за 2019-2020 гг. по размножению зелеными черенками можжевельника обыкновенного в условиях г. Омска. Исследовались биометрические параметры при обработке разными стимуляторами корнеобразования. Лучшие результаты по приросту зеленых черенков, длины корней и проценту перезимовавших растений были в вариантах с рибавом экстра, гетероауксином и корневинном.*

*Comparative data for 2019-2020 on propagation by green cuttings of common juniper in the conditions of Omsk are presented. Biometric parameters were studied during treatment with different root formation stimulators. The best results for the growth of green cuttings, root length and percentage of overwintered plants were in the variants with Ribav extra, heteroauxin and kornevin.*

Хвойные породы семейства кипарисовых широко распространены в озеленении на Западе. Так, в Европе и США в настоящее время около 90 % всех саженцев продаются с закрытой корневой системой. С каждым годом растет их популярность и в нашей стране. Удовлетворить спрос на посадочный материал этих хвойных пород стремятся многочисленные садовые центры, занимающиеся в основном перепродажей растений, завезенных из Западной Европы. Но этот посадочный материал зачастую нежизнеспособен по ряду факторов: иные климатические и почвенно-экологические условия. У интродуцентов начинают развиваться различные заболевания (усыхание, засыхание побегов и ветвей, солнечный ожог).

В последнее время для озеленения города Омска стали интересны представители семейства Кипарисовые, а именно можжевельник обыкновенный форма колоновидная, маточные растения которого произрастают в дендропарке Омского ГАУ. Кипарисовые (Cupressaceae Neger) – самое большое по числу родов и третье по числу видов семейство хвойных. Одной из ценностей этих растений является огромное количество эфирных масел, испаряющихся из листьев, которые очищают воздух от микробов.

Кипарисовые – вечнозелёные долгоживущие (90–800 лет) кустарники и деревья, являющиеся ценным материалом для паркового строительства [1].

Можжевельник обыкновенный форма колоновидная – самый распространенный, типичный, но отнюдь не самый обычный вид обширного рода. У растения этого вида колючая ланцетовидная хвоя на лицевой стороне имеет заметный желобок, глянецовую поверхность и характерную светлую полосу. Базовая расцветка хвоинок длиной около полутора сантиметров – насыщенно-зеленая с сизым отливом [2, 3].

Поскольку флора Омской области небогата видовым разнообразием хвойных пород, а достоинства этих растений общеизвестны (долговечность; характерная зелёная окраска хвои, сохраняющаяся зимой и летом; высокие декоративные качества; оздоровительные свойства), то исследования по технологии выращивания интродуцированных пород в условиях южной лесостепи Омской области имеют неоспоримую практическую значимость.

Вопрос разработки эффективных способов размножения видов и сортов растений является актуальным не только при необходимости многолетнего сохранения их в составе коллекций, но и для решения задач практического растениеводства [4]. Применение стимуляторов роста дает значительную экономию во времени, часто больше чем на одну треть, сокращая период, необходимый для корнеобразования при обычных условиях. Эффективность применения стимуляторов роста зависит от многих факторов – концентрации, продолжительности обработки, состояния самих черенков и маточных растений и в первую очередь вида стимулятора.

Целью работы было изучение влияния некоторых стимуляторов роста (корневин, гетероауксин, рибав экстра, циркон) на биометрические показатели укоренившихся черенков: степень укоренения (%), динамику прироста, длину корней и диаметр корневой шейки можжевельника обыкновенного. Опыт закладывали на территории учебной лаборатории «Дендропарк» учебно-опытного хозяйства (г. Омск) в 2019–2020 гг.

Для закладки опыта использовали стеблевые черенки 10–15 см. Черенки заготавливали весной. В качестве стимуляторов корнеобразования применяли следующие физиологически активные вещества: корневин, гетероауксин, рибав экстра, циркон. В качестве контроля использовали необработанные препаратами черенки.

В дальнейшем наблюдения и учеты проводились согласно методике в период с 5 июня по 31 июля 2020 г. [5].

Исследования показали, что у контрольного варианта можжевельника обыкновенного (рис. 1), высаженного без обработки стимуляторами роста, укореняемость составила в 2019 г. – 80,6 %, а в 2020 г. – 80,1 %. Тогда как укорененные зеленые черенки можжевельника обыкновенного показали са-



мый высокий результат в вариантах с гетероауксином, корневином, рибавом экстра. В то же время вариант с цирконом был ниже, чем в контроле.

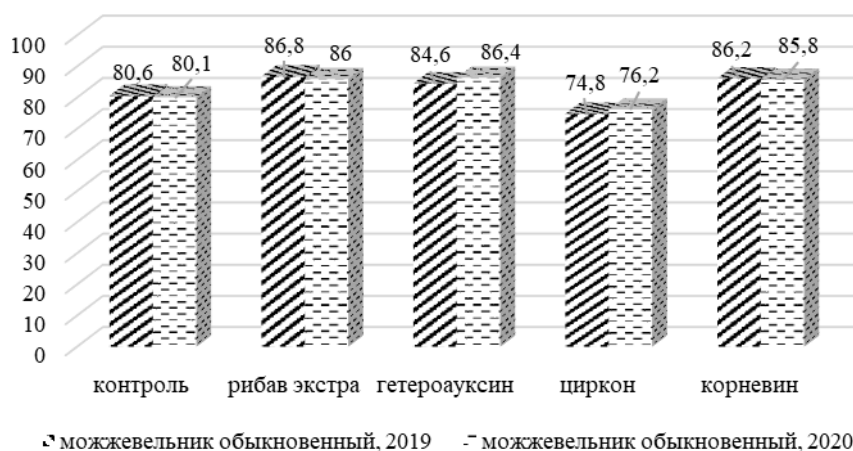


Рис. 1. Процент укоренения зеленых черенков можжевельника обыкновенного, 2019–2020 гг., НСР<sub>05</sub> = 2,38

Таким образом, экзогенная обработка зеленых черенков можжевельника обыкновенного стимуляторами корнеобразования гетероауксином, корневином, рибав экстра положительно влияют на степень укоренения.

С 5 июня 2020 г. наблюдалась динамика прироста зеленых черенков, длины корней, диаметра корневой шейки по вариантам опыта (таблица).

Биометрические показатели укоренившихся зеленых черенков можжевельника обыкновенного, см

Биометрические показатели	Год	Вариант				
		Контроль	Рибав экстра	Гетеро-ауксин	Корневин	Циркон
Прирост	2019	17,8	19,6	17,1	18,1	18,2
	2020	17,7	19,6	16,8	18,0	18,2
	НСР <sub>05</sub>	0,20				
Длина корней	2019	7,8	10,4	10,9	9,5	11,0
	2020	7,8	10,6	10,3	9,5	10,4
	НСР <sub>05</sub>	0,62				
Диаметр корневой шейки	2019	0,35	0,3	0,28	0,36	0,29
	2020	0,36	0,3	0,28	0,37	0,29
	НСР <sub>05</sub>	0,01				

Прирост зеленых черенков у можжевельника обыкновенного при обработке стимуляторами роста превышал таковой в контроле во всех опытных вариантах, кроме опыта с применением гетероауксина.

Длина корней была аналогична у трех вариантов опыта: с рибавэкстра, гетероауксином и цирконом, значения длины корней достоверно не отличались друг от друга. Однако у всех опытных вариантов длина корневой системы была выше, чем в контроле, при уровне значимости 95 %.

Диаметр корневой шейки у зеленых черенков выше, чем в контроле, был только в варианте с корневином (0,37 см).

Среди растений, обработанных стимуляторами, наиболее зимостойкие были при обработке гетероауксином (82 %), рибавом экстра (84,8 %), корневином (84,6 %) (рис. 2). Зимостойкость в опытном варианте с применением циркона была ниже, чем в контроле. Из этого следует, что укоренившиеся зеленые черенки можжевельника обыкновенного обладают достаточно высокой зимостойкостью.

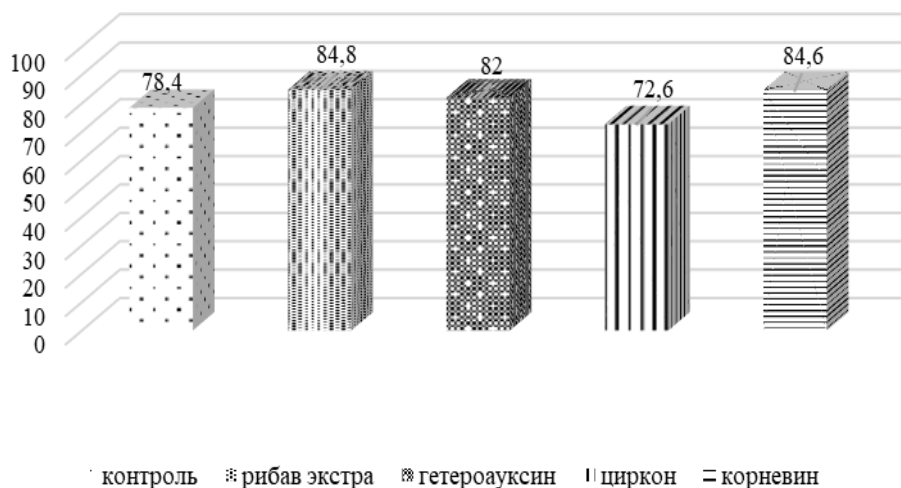


Рис. 2. Процент перезимовавших растений, 2020 г., НСР<sub>05</sub> = 1,05

Таким образом, у можжевельника обыкновенного лучшие результаты по приросту зеленых черенков, длины корней и проценту перезимовавших растений по отношению к таковым в контроле были в вариантах с обработкой рибавом экстра, гетероауксином и корневином. Увеличение диаметра корневой шейки на первом году произрастания было зафиксировано только в опытном варианте с корневином. Рибав экстра, гетероауксин и корневин могут быть рекомендованы при вегетативном размножении можжевельника обыкновенного.

### *Библиографический список*

1. Дегтярев А.И., Барайшук Г.В. Представители семейства Кипарисовые в городской среде // Состояние и перспективы развития агропромышленного комплекса. – Ростов-на-Дону, 2020. – С. 496–499.

2. Абраменко В.В., Тишкина Е.А., Абрамова Л.П. Комплексная оценка состояния интродуцированной ценопопуляции *Juniperus communis* L. в ботаническом саду УРО РАН // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России: матер. XIV Всерос. науч.-техн. конф. – Екатеринбург, 2018. – С. 364–367.

3. Фарукшина Г. Г., Путенихин В. П. Внутривидовая фенотипическая изменчивость можжевельника обыкновенного в Предуралье и на Южном Урале // Сибирский лесной журнал. – 2016. – № 5. – С. 125–136.

4. Технологические решения получения адаптивного посадочного материала в условиях южной лесостепи Омской области / Г.В. Барайщук, А.С. Казакова, С.Е. Батурина, Е.С. Симаков, Ю.В. Орлов // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ). – Краснодар: КубГАУ, 2014 – №07(101). – С. 2349-2360. – URL: <http://clibraru.ru>

5. Леонов И.М. Программа и методика наблюдений над плодово-ягодными растениями и математическая обработка цифрового материала опытов / Новосиб. с.-х. ин-т. – Новосибирск, 1968. – 34 с.

УДК 630 : 582.628.2

А. И. Дегтярев, Н. Ю. Шевченко, А. В. Короткова  
(A. I. Degtyarev, N. Yu. Shevchenko, A. V. Korotkova)  
ОмГАУ, Омск  
(OmSAU, Omsk)

# **РАЗМНОЖЕНИЕ ОРЕХА МАНЬЧЖУРСКОГО *JUGLANS MANDSHURICA* В УСЛОВИЯХ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ (PROPAGATION OF THE *JUGLANS MANDSHURICA* IN WESTERN SIBERIA)**

*Представлены исследования по размножению ореха маньчжурского в условиях Западной Сибири в 2020 г. Получены фенологические и таксационные данные. Фитопатологическая оценка сеянцев зафиксировала незначительное развитие на листьях (до 3 %) филлостиктоза.*

*This paper presents the 2020 research on the propagation of the Manchurian walnut in Western Siberia. Phenological and taxational data were obtained. A slight development of phylostictosis (up to 3%) on leaves was recorded during the phytopathological assessment of seedlings.*

Орех маньчжурский, или орех думбейский (*Juglans mandshurica*) – вид листопадных однодомных деревьев или кустарников рода орех (*Juglans*), семейства Ореховые (*Juglandaceae*). Естественный ареал распространения ореха маньчжурского приходится на Дальний Восток, Северный Китай,

Корейский полуостров. Растет он преимущественно в смешанных дубово-кленовых лесах, предпочитая соседство с лиственницами, соснами, кедром и другими хвойными видами. Орех маньчжурский в окультуренной форме растет и формирует урожаи на Соловецких островах, в Ленинградской, Вологодской, Московской и других областях России [1].

Маньчжурский орех имеет очень маленькие ядрышки, но их всё равно активно применяют в кулинарии. Очищенные орешки славятся не только изумительным вкусом, придающим блюдам аппетитный привкус и аромат, но и целебными качествами. Плоды богаты макро- и микроэлементами – калием, магнием, йодом, дубильными, органическими веществами, витаминами. Кожура орехов содержит сахар, витамины, эфирные масла. Из зелёных ядер готовят полезное витаминизированное варенье. Из спелых орешков производят высококачественное ароматное масло. Околоплодники содержат яблочную, лимонную кислоту, кумарин, хинон, витамины РР, В, А. Листья богаты витамином С, провитамином А, эфирными маслами, алкалоидами, дубильными веществами.

Дерево популярно не только как источник для пищи и лечения. Благодаря необычной широкой кроне и крупным красивым листьям маньчжурский орех используют в декоративных целях для облагораживания парков, улиц, аллей. Из крепкой древесины с красивой текстурой делают добротную мебель. Кору используют в химическом производстве для изготовления чёрной и коричневой краски. Ореховое дерево в одном экземпляре украсит даже самый непримечательный садовый участок. Растение отличается медоносностью, а природные фитонциды защитят посаженные рядом культуры от вредителей [2]. Маньчжурский орех обладает особым свойством – полным отсутствием поросли.

Исследования по изучению ореха маньчжурского проводили в 2020 г. на территории учебной лаборатории «Дендропарк» Омского ГАУ (г. Омск). В полевых условиях проанализированы данные фенологических наблюдений, которые представлены в табл. 1. Фенологические наблюдения за ростом и развитием ореха маньчжурского проводились по методике И.Н. Бейдеман [3]. Исследованиями было установлено, что начало вегетации для ореха маньчжурского (набухание почек) отмечено в начале II декады апреля, распускание почек – в I декаде мая. Рост побегов зафиксирован во II декаде мая и продолжался более месяца. Массовый листопад наступает в I декаде октября. В целом период вегетации исследуемых растений составляет 159 дней. За это время они проходят все жизненные стадии своего индивидуального развития. Известно, что орех успешно переносит длительные морозы ниже  $-30^{\circ}\text{C}$ , что подтверждают и наши наблюдения.

Таблица 1

Фенологические данные ореха маньчжурского, 2020 г.

Фенологические фазы	Даты наступления фаз
Набухание почек	19.04
Распускание почек	01.05
Развертывание листьев	04.05
Начало роста побегов	12.05
Окончание роста побегов	30.06
Пожелтение листьев	20.09
Листопад	04.10
Продолжительность вегетации, дней	159

Основные таксационные показатели сеянцев ореха маньчжурского приведены в табл. 2.

Таблица 2

Таксационные показатели ореха маньчжурского, 2020 г.

Тип посадки	Кол-во, шт.	Возраст, лет	Средний диаметр корневой шейки, мм	Средняя высота, см
В грунте	18	1	7,2	17,2
В контейнере	25	1	4,2	19,6
В грунте	12	2	4,8	21,6
В контейнере	25	2	7	23,4

Сеянцы первого года, выращиваемые в грунте, имеют среднюю высоту 17,2 см, диаметр корневой шейки в среднем 7,2 мм, тогда как сеянцы с закрытой корневой системой имеют среднюю высоту 19,6 см, диаметр корневой шейки в среднем 4,2 мм.

Сеянцы второго года, выращиваемые в грунте, имеют среднюю высоту прироста 21,6 см, диаметр корневой шейки в среднем 4,8 мм, тогда как сеянцы с закрытой корневой системой имеют среднюю высоту прироста 23,4 см, диаметр корневой шейки в среднем 7 мм.

Таким образом, различия сеянцев 1-го и 2-го года ореха маньчжурского по высоте и диаметру корневой шейки при выращивании в грунте и горшках свидетельствуют о том, что у сеянцев разная площадь питания корневой системы, разный запас почвенной влаги, возможно сила роста также повлияла на рост сеянцев (крупность ореха, достаточное питание эндосперма при всходах и развитии сеянца).

Высокой фитонцидной активностью обладают листья ореха маньчжурского и других орехов сем. Juglandaceae [4]. Установлено, что фитонциды этих растений подавляют рост колоний патогенных организмов –

бактерий, грибов. Болезни листьев встречаются редко [4]. Мы наблюдали незначительное (до 3 %) развитие филлостиктоза (возбудитель – гриб *Phyllosticta juglandis* Sacc). Признаки болезни – светло-коричневые пятна неправильной формы, окруженные бурой каймой, при высыхании беловатые, появляющиеся во второй половине сезона вегетации и не наносящие значительного ущерба растению. Высокая фитонцидность ореха маньчжурского не оказывает влияния на степень его устойчивости к дереворазрушающим грибам, которые наиболее опасны, так как, разрушая древесину ствола, ветвей и корней, значительно ослабляют дерево и приводят к его гибели.

Орех маньчжурский является перспективным интродуцентом для использования в лесных культурах и садово-парковом строительстве. Он обладает высокими декоративными качествами, ценной древесиной, медоносными и лечебными свойствами. В благоприятных для него условиях хорошо растет и устойчив к вредным организмам.

#### *Библиографический список*

1. Оценка состояния насаждений бархата амурского и ореха маньчжурского в посадках Центрального ботанического сада НАН Беларуси / С.Н. Кучук, Н.Г. Дишук, А.Л. Ефремов, И.М. Гаранович // Вестник БГУ. – Сер. 2. – 2007. – №2. – С. 82-87.
2. Орехоплодовые лесные и садовые культуры / Ф.Л. Щепотьев, А.А. Рихтер, Ф.А. Павленко, П.И. Молотков, В.И. Кравченко, А.И. Ирошников. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Агропромиздат, 1985. – С 68-71.
3. Бейдеман И.Н. Методика фенологических наблюдений при геоботанических исследованиях. – М.; Л., 1954. – 131 с.
4. Розно С.А. Фитонцидные свойства некоторых древесных и кустарниковых интродуцентов в условиях Среднего Поволжья // Фитонциды. Бактериальные болезни растений: тез. докл.: в 2 ч. – Киев, 1985. – Ч. 1. – С. 48.

УДК 630.52:587/588

М. С. Дроздецкий, А. И. Чермных  
(M. S. Drozdetskiy, A. I. Chermnykh)  
УГЛТУ, Екатеринбург  
(USFEU, Yekaterinburg)

**ВОЗРАСТНАЯ СТРУКТУРА СОСНЯКОВ  
ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ЛЕСОПАРКА ГОРОДА ЕКАТЕРИНБУРГА  
(AGE STRUCTURE OF PINE FORESTS IN THE RAILWAY  
FOREST PARK IN YEKATERINBURG)**

*Изучена зависимость высоты сосновых насаждений от возраста и средняя высота лесных насаждений Железнодорожного лесопарка.*

*The dependence of the height of the pine plantations on the age and the average height of forest plantations in the Railway forest park have been studied.*

На строение древостоев влияют антропогенные и природные факторы (лесорастительные условия, происхождение, полнота, породный состав, возрастное строение и др.) [1].

Возраст лесного массива является важнейшим измерительным показателем всех насаждений, которые произрастают на территории парка. Была исследована территория Железнодорожного лесопарка в городе Екатеринбурге, который находится в северо-западной части города и относится к Верх-Исетскому лесничеству. По лесорастительному районированию, уточненному Г.А. Годоваловым, изучаемая территория расположена в горном подрайоне Средне-Уральского таежного района [2]. В основу работы положены материалы лесоустройства 2008 г., выполненного ФГУП «Западно-Сибирское государственное лесоустроительное предприятие». Использованы данные 92 таксационных выделов с преобладанием в составе сосны обыкновенной. Доля участия сосны в исследуемых насаждениях находится в диапазоне от 4 до 10 единиц. При выполнении расчетных работ использовалась программа Microsoft Excel.

При анализе насаждений Железнодорожного лесопарка выяснилось, что преобладают сосновые насаждения, это обусловило выбор сосняков для исследования. Возраст сосновых насаждений распределяется от 25 до 180 лет. Для расчета возрастной структуры насаждений использовали классы возраста (20 лет). Данные о зависимости высоты от возраста сосновых насаждений Железнодорожного лесопарка приведены в табл. 1.

Таблица 1

Зависимость высоты сосновых насаждений от  
возраста в Железнодорожном лесопарке, га

Высота, м	Классы возраста							
	2	3	4	5	6	7	8	Итого
8	0,6							0,6
13	1,5							1,5
15	1,3							1,3
16	2,1							2,1
17	1,7	2,2						3,9
18		2,4						2,4
19	0,2	1,4	0,5					2,1
20	0,7	8,0						8,7
21		6,9	2,1					9,0
22		5,2	8,1					13,3
23		2,0	4,2		7,2			13,4
24			7,9	9,1	3,1			20,1
25			1,7	5,9	23,6	4,1		35,3
26			14,8	17,2	18,3		7,6	57,9
27					9,0	25,0	2,9	36,9
28					31,8			31,8
29				6,1				6,1
<b>Итого</b>	<b>8,1</b>	<b>28,1</b>	<b>39,3</b>	<b>38,3</b>	<b>93,0</b>	<b>29,1</b>	<b>10,5</b>	<b>246,4</b>

По данным табл. 1 в Железнодорожном лесопарке преобладают насаждения 6-го класса возраста (101–120 лет) – 93,0 га. Насаждения в лесопарке достигают максимального возраста от 161 до 180 лет (10,5 га). Наиболее высокими насаждениями этого лесопарка являются сосняки высотой 29 м (6,1 га).

Чтобы изучить динамику роста насаждений по высоте сосняков Железнодорожного лесопарка города Екатеринбурга была рассчитана табл. 2.

Таблица 2

Средняя высота лесных насаждений  
Железнодорожного лесопарка

Высота	Класс возраста							
	2	3	4	5	6	7	8	Итого
<b>Ср. высота, м</b>	<b>14,7</b>	<b>20,0</b>	<b>23,3</b>	<b>25,2</b>	<b>25,9</b>	<b>26,3</b>	<b>26,5</b>	<b>22,8</b>



Как показывает табл. 2, первые 3 класса возраста сосняки растут намного быстрее, чем в дальнейшем. У деревьев есть период активного роста в начале своего произрастания, но по мере дальнейшего роста изменения в высоту становятся менее значительными. После периода активного роста в высоту темпы роста древостоев снижаются, однако согласно табл. 3 увеличение в диаметре продолжится.

*Таблица 3*

Средний диаметр насаждений  
Железнодорожного лесопарка

Класс возраста	Средний диаметр, см
2	14
3	19
4	27
5	31
6	34
7	38
8	41
<b>Общий итог</b>	<b>27</b>

Данные табл. 3 свидетельствуют об активном росте древостоев в диаметре первые 3 класса возраста, в дальнейшем рост насаждений замедляется, однако идёт постоянное накопление в диаметре в среднем по 3 см за один класс возраста. Диаметр ствола сосняков достигает максимальных размеров к 8 классу возраста.

По итогам нашего исследования установлено, что в Железнодорожном лесопарке города Екатеринбурга преобладают сосновые насаждения высотой 26 м, средний возраст – от 101 до 120 лет. Максимальных показателей сосновые насаждения достигают по высоте в 5 классе возраста и по диаметру – в 8 классе возраста.

В дальнейшем планируем продолжить более детально изучение насаждений Железнодорожного лесопарка города Екатеринбурга.

*Библиографический список*

1. Сальникова И. С., Анчугова Г. В., Нагимов З. Я. Таксация леса: учеб. пособие. – Екатеринбург, 2017. – 72 с.
2. К вопросу о необходимости уточнения перечня лесных районов Свердловской области / Годовалов Г.А., Залесов С.В., Залесова Е.С., Чермных А.И. // Леса России и хоз-во в них. – 2016. – № 3 (58). – С. 12–19.

УДК 630\*235.41

Ф. Н. Дружинин, Н. А. Дружинин, Д. М. Корякина  
(F. N. Druzhinin, N. A. Druzhinin, D. M. Koryakina)  
СевНИИЛХ, Вологда  
(Sevniilh, Vologda)  
Я. В. Кашурина  
Ya. V. Kashurina)  
Вологодская ГМХА, Вологда  
(Vologda SDFA, Vologda)

**КОМПЛЕКС МЕР ПО УЛУЧШЕНИЮ СОСТОЯНИЯ  
ОСОБООХРАНЯЕМОЙ ПРИРОДНОЙ ТЕРРИТОРИИ  
МЕСТНОГО ЗНАЧЕНИЯ ПАРК МИРА  
(THE COMPLEX OF MEASURES TO IMPROVE THE CONDITION  
OF THE SPECIALLY PROTECTED NATURAL AREA  
OF LOCAL SIGNIFICANCE «PARK MIRA»)**

*Отражены общие сведения о насаждениях парка Мира, применены программные и методические подходы мониторинговых наблюдений, выполнена оценка состояния и устойчивости насаждений. Установлена необходимость в проведении ряда мероприятий по уходу за насаждениями и благоустройству территории, разработана дорожная карта по сохранению и восстановлению насаждений рекреационной части парка Мира.*

*The article reflects general information about the plantings of the Park Mira. Software and methodological approaches to monitoring observations are applied. Evaluation the state and stability of plantings is made. The need for a number of measures to care for the plantings and improvement the territory is established, and the Road Map for the conservation and restoration of the plantings in the recreational part park is developed.*

Парк Мира является одним из крупнейших объектов общего пользования г. Вологды. С 1939 г. началась закладка парка, в ней приняло участие около двух тысяч вологжан. Парк интересен не только с рекреационной точки зрения, но и тем, что является крупным экологическим резерватом естественной флоры. Всего на его территории насчитывается 260 видов растений, относящихся к 62 семействам, что свидетельствует о богатстве и разнообразии его флоры.

Для выполнения насаждениями целевого назначения крайне необходимы своевременные решения, которые позволят обеспечить сохранность и жизнеспособность растений. Целью исследования являлось обоснование комплексных мероприятий по созданию условий для включения зеленых

насаждений парка Мира в экологический каркас г. Вологды. Для достижения поставленной цели решались следующие задачи: разработка программы и методики работ; маршрутное обследование территории; инвентаризация зеленых насаждений по ландшафтно-таксационным выделам; разработка плана мероприятий («дорожной карты») по сохранению и восстановлению зеленых насаждений территории.

На площади парка встречаются достаточно редкие виды травянистых растений: колокольчик широколистный (*Campanula latifolia*), гвоздика пышная (*Dianthus superbus*), козлобородник луговой (*Tragopogon pratensis*), трищетинник сибирский (*Trisetum sibiricum*), пальчатокоренники (*Dactylorhiza*), болиголов пятнистый (*Conium maculatum*), а также ценные представители древесно-кустарниковой флоры – пихта сибирская (*Abies sibirica*), лиственница сибирская (*Larix sibirica*), ель колючая (*Picea pungens*). Территория парка, расположенного в северо-западной части города на правом и левом берегах р. Вологды, занимает площадь 157,03 га.\*

Объектом исследования являлись насаждения, произрастающие только в рекреационной части территории парка Мира. На рассматриваемой территории произрастает древесная и кустарниковая растительность естественного и искусственного происхождения. В ходе инвентаризационных работ нами выделено 10 ландшафтно-таксационных выделов (таблица, рисунок), которые позволили сгруппировать древесную и кустарниковую растительность по преобладающим видам. В дальнейшем это позволит планировать и поэтапно реализовывать работы по реконструкции и содержанию этих зеленых насаждений.



Границы ландшафтно-таксационных выделов, выделенные в ходе лесоучетных работ

\* Соколов В.И. Вологда: история строительства и благоустройства. – Вологда: Северо-Западное книжное издательство, 1977. – 159 с.

# Ландшафтно-таксационные паспорта зеленых насаждений

№ ландшафтно-таксационного выдела	Средние по выделам			Количество, экз	Рекомендуемые лесохозяйственные мероприятия
	Состав	Д, см	Класс высоты		
1	3С <sub>0</sub> 3Б <sub>п</sub> 2Лп <sub>м</sub> 1Т <sub>б</sub> +В <sub>г</sub> ед. Ив <sub>д</sub> , Лц <sub>с</sub> , Ол <sub>с</sub> , Рб <sub>о</sub> , Т <sub>др</sub>	33,1	1	406	1. Уборка захламленности. 2. Выборочные санитарные рубки интенсивностью до 50 % по числу стволов (в первую очередь подлежат удалению ивы и деревья ольхи 3 и ниже класса санитарной оценки). 3. Выполнение специализированных рубок ухода (удаление на всей площади подроста и подлеска, за исключением сосны обыкновенной, ели обыкновенной, клена остролистного, вяза гладкого, липы мелколистной, калины обыкновенной, яблони лесной)
2	4Е <sub>о</sub> 4Б <sub>п</sub> 1В <sub>г</sub> 1Лп <sub>м</sub> +Лц <sub>с</sub> ,Рб <sub>о</sub> ,С <sub>о</sub> ,Т <sub>б</sub> ед. Ив <sub>д</sub> , Т <sub>др</sub>	29,3	1	1000	
3	6Б <sub>п</sub> 1В <sub>г</sub> 3Е <sub>о</sub> +Лц <sub>с</sub> , ед. Лп <sub>м</sub> , Д <sub>ч</sub> , К <sub>я</sub> , Т <sub>др</sub> , Ч <sub>о</sub>	38,6	1	480	
4	9С <sub>о</sub> 1В <sub>г</sub> +Б <sub>п</sub>	30,9	1	29	
5	2Е <sub>к</sub> 1Е <sub>о</sub> 3Т <sub>б</sub> 1В <sub>г</sub> 1Б <sub>о</sub> 1Д <sub>ч</sub> 1Лп <sub>м</sub> +Ив <sub>д</sub> , Пх <sub>с</sub> , Я <sub>л</sub>	37,4	2	135	
6	7Б <sub>о</sub> 1В <sub>г</sub> 1Е <sub>о</sub> 1Лц <sub>с</sub> +Д <sub>ч</sub> , С <sub>о</sub> ед. К <sub>я</sub> , Лп <sub>м</sub> , Т <sub>др</sub> , Рб <sub>о</sub> , Т <sub>б</sub>	33,1	1	525	
7	5Б <sub>п</sub> 3Ол <sub>с</sub> 1Ч <sub>о</sub> 1Е <sub>о</sub> +Т <sub>др</sub> ,Т <sub>б</sub> ед. В <sub>г</sub> , Ив <sub>д</sub> , К <sub>я</sub> , Лп <sub>м</sub> , Лц <sub>с</sub> , Рб <sub>о</sub> , С <sub>о</sub> , Я <sub>л</sub> , Яс <sub>о</sub>	25,4	1	1988	
8	6С <sub>о</sub> 1Т <sub>др</sub> 1Т <sub>б</sub> 1Ч <sub>о</sub> 1Ив <sub>д</sub> +Б <sub>п</sub> , В <sub>г</sub> , К <sub>я</sub> , Ол <sub>с</sub> , ед. Лп <sub>м</sub>	23,5	1	146	
9	6Б <sub>п</sub> 2Лп <sub>м</sub> 1В <sub>г</sub> 1К <sub>я</sub> +Е <sub>о</sub> , Лц <sub>с</sub> ед. Д <sub>ч</sub> , Ив <sub>д</sub> , Кл <sub>остр</sub> , Ол <sub>с</sub> , Т <sub>др</sub> , С <sub>о</sub> , Ч <sub>о</sub> , Я <sub>л</sub> , Яс <sub>о</sub>	28,3	1	1151	
10	4Б <sub>п</sub> 2Е <sub>о</sub> 1В <sub>г</sub> 1Д <sub>ч</sub> 1Т <sub>др</sub> 1С <sub>о</sub> +Ив <sub>д</sub> , Лп <sub>м</sub> , Ч <sub>о</sub> , Я <sub>л</sub> ед. Ол <sub>с</sub> , Рб <sub>о</sub> , Т <sub>б</sub> , Яс <sub>о</sub>	25,1	1	1656	
Итого		-	-	7516	
Примечание. Ол <sub>с</sub> – ольха серая, Ив <sub>д</sub> – ива древовидная, Б <sub>п</sub> – береза повислая, Ч <sub>о</sub> – черемуха обыкновенная, Рб <sub>о</sub> – рябина обыкновенная, Я <sub>л</sub> – яблоня лесная, С <sub>о</sub> – сосна обыкновенная; Е <sub>о</sub> – ель обыкновенная; Е <sub>к</sub> – ель колючая, Лп <sub>м</sub> – липа мелколистная, Т <sub>б</sub> – тополь бальзамический, Т <sub>др</sub> – тополь дрожащий, В <sub>г</sub> – вяз гладкий, Кл <sub>остр</sub> – клен остролистный, К <sub>я</sub> – клен ясенелистный, Яс <sub>о</sub> – ясень обыкновенный, Лц <sub>с</sub> – лиственница сибирская, Д <sub>ч</sub> – дуб черешчатый. Д – диаметр ствола на высоте 1,3 м, см; Н – класс высоты.					

В доминирующем большинстве это лиственные деревья и кустарники. Основной древесной породой на выделенных участках является береза повислая (*Betula pendula*). Ее долевое участие по 10 выделам составляет от 1 до 7 единиц. По структуре насаждения естественного происхождения простые, состоящие из одного яруса. Под их пологом имеется в обильном количестве подрост и подлесок различных древесных и кустарниковых пород.

В ходе подеревной инвентаризации древесной и кустарниковой растительности в общей сложности учтено 7516 растений. В целом породный состав дендрофлоры на этой территории представлен 27 видами, в том числе 19 древесными растениями и 8 видами кустарников. Среди деревьев доминантной породой является береза повислая (45 %). Единично (до 2 %) встречаются пихта сибирская (*Abies sibirica*), ель колючая (*Picea pungens*),

лиственница сибирская (*Larix sibirica*), клен ясенелистный (*Acer negundo*), дуб черешчатый (*Quercus robur*), яблоня лесная (*Malus sylvestris*).

Следует отметить, что в ходе выполнения учетных работ выявлена высокая захламленность ландшафтно-таксационных выделов как растительным отпадом, так и бытовым мусором. Имеется значительное количество неблагоустроенных троп и следов от заезда в парк автомобилей, что приводит к ухудшению не только жизненного состояния древесной и кустарниковой растительности, но и их санитарного состояния. Все это обуславливает необходимость ограничения (с установкой различных конструкций недорогостоящих барьеров в виде искусственных преград из валунов разных размеров), особенно для заезда автомобильного транспорта, на территорию рекреационной части парка.

По результатам инвентаризационных работ установлена необходимость в проведении ряда мероприятий по уходу за зелеными насаждениями парка и благоустройству этой территории. На основе санитарной оценки часть древесных и кустарниковых растений подлежит удалению. Это в первую очередь деревья и кустарники, характеризующиеся 4 и 5 классами. Кроме этого, несмотря на высокое жизненное состояние растений, нами назначены в рубку древесные и кустарниковые породы, которые являются промежуточными хозяевами возбудителей болезней и вредителей для сосны обыкновенной, ели обыкновенной и липы мелколистной. Это такие породы, как черемуха обыкновенная, древовидные ивы.

В общей сложности, по результатам инвентаризационных работ, в санитарную рубку назначено 2012 экз., что составляет 27 % от общего числа учтенных деревьев. В доминирующем большинстве удалению подлежат экземпляры березы повислой (608 экз.) и ольхи серой (242 экз.).

На территории парка выявлена в обильном количестве растительность порослевого происхождения, которую требуется удалить (изреживание подроста и подлеска). Эти работы необходимо выполнить, чтобы создать условия для повышения привлекательности и просматриваемости территории. В ходе выполнения этих лесохозяйственных работ необходимо предусмотреть и единовременную уборку захламленности с измельчением рубильными установками всех растительных остатков с равномерным разбрасыванием их по площади.

Ослабление зеленых насаждений в первую очередь вызвано значительной антропогенной нагрузкой. В ходе обследования выявлено 16 разновидностей повреждений. Наиболее распространенными являются дуплистость, сухие сучья, механические повреждения. Среди древесных пород наибольшее количество поранений и повреждений в результате действия неблагоприятных климатических факторов зафиксировано у березы повислой. Большинство из них расположено вблизи водоема (река Вологда) и вдоль дорожно-тропиночной сети парка.

На основании выполненных изысканий, разработана дорожная карта по сохранению и восстановлению зеленых насаждений рекреационной части парка Мира.

1. Разработка комплексной сметно-проектной документации, необходимой для реализации работ по озеленению, реконструкции, уходу за зелеными насаждениями и благоустройству этой территории.

2. Создание и утверждение комиссии с привлечением ведущих специалистов для оценки разработанной сметно-проектной документации и последующей оценки качества работ.

3. Организация и выполнение санитарно-оздоровительных мероприятий (выборочная санитарная рубка, уборка захламленности, изреживание подроста и подлеска вегетативного происхождения) по группам очередности.

4. Организация и выполнение работ по уходу за зелеными насаждениями парка Мира по группам очередности.

5. Организация и выполнение компенсационных и ландшафтных (декоративных) посадок с использованием акклиматизированного посадочного материала.

6. Организация и выполнение работ по комплексному благоустройству рекреационной части парка Мира с обустройством экологической тропы.

Практическая реализация дорожной карты позволит:

- учесть и внести соответствующие корректировки в проектную документацию на стадии планирования, что обеспечит эффективность и экономность расходования бюджетных средств;

- обосновать реализуемость работ по реконструкции объекта общего пользования;

- своевременно выполнить уходы и мероприятия по благоустройству на части территории парка Мира;

- расширить ассортимент акклиматизированных в условиях Вологодской области и г. Вологды древесно-кустарниковой растительности, обладающей повышенной устойчивостью к неблагоприятным факторам среды;

- сформировать сводный план мероприятий на среднесрочную перспективу;

- содействовать экологическому образованию молодежи, которое охватывает сферу знаний, умений и навыков, необходимых для рационального природопользования и охраны окружающей природной среды, а также обеспечения процесса экологического воспитания, призванного формировать активную природоохранную позицию.

УДК 630\*234

М. В. Ермакова  
(M. V. Ermakova)  
Ботанический сад УрО РАН, Екатеринбург  
(RAS UB IBG, Yekaterinburg)

**ПРОСТРАНСТВЕННАЯ И ВОЗРАСТНАЯ  
СТРУКТУРА МОЛОДНЯКОВ НА ГАРИ-ВЫРУБКЕ  
И ВЫРУБКЕ СОСНЯКА БРУСНИЧНИКОВОГО  
(SPATIAL AND AGE STRUCTURE OF JUVENILES  
ON SLASH-CUTOVER AND CUTOVER  
OF COWBERRY PINE FOREST)**

*Рассмотрены особенности формирования пространственной и возрастной структуры на гари-вырубке и вырубке сосняка брусничникового. На гарях-вырубках формируются с регулярно-рассеянным типом размещения деревьев. На вырубках представлен групповой тип размещения деревьев. Показано, что основная часть подроста как на гарях-вырубках, так и на вырубках формируется в течение 2–3 лет.*

*The peculiarities of formation of spatial and age structure on slash-cutover and cutover of cowberry pine forest are considered. On slash-cutover are formed with a regularly-scattered type of tree placement. The cutting represents the group type of tree placement. It has been shown that the main part of undergrowth is formed both on slash-cutover and cutover within 2–3 years.*

Одной из наиболее важных современных задач лесоведения является разработка системной оценки и прогнозирования восстановления лесной растительности.

Процессы возобновления и формирования насаждений представляют собой этап образования и развития новой биогенетической системы [1, 2]. На вырубках и гарях, где существенно изменены лесорастительные условия и не сохранился предварительный подрост, процесс формирования нового насаждения фактически начинается с «нулевого цикла» – синегенезиса, наследуя при этом элементы и формы организации старой системы. Таким образом, молодняки выступают как основополагающий период в формировании леса, на котором определяется дальнейшая структура древостоев.

Однако если количественные показатели естественного возобновления основных хвойных древесных видов в различных лесорастительных условиях довольно серьезно изучены, то до настоящего времени, на наш взгляд, не уделялось достаточно внимания вопросам пространственно-временной динамики образования вновь формирующихся лесных экосистем [2].

Интенсивность процессов естественного возобновления древесной растительности, как правило, увязывают с активным плодоношением источников обсеменения, так называемыми урожайными годами. Связано это прежде всего с низкой реализацией посевного материала в естественных условиях [3]. В то же время практический опыт показывает, что процессы естественного возобновления продолжают даже в неурожайные годы. По всей видимости, возрастная структура естественного возобновления определяется множеством компонентов начиная с лесорастительных условий, периодов интенсивного семеношения и т.д.

В рамках изучения данной проблемы нами проведено сравнительное изучение возрастной структуры молодняков сосны обыкновенной в условиях гари-вырубки и вырубки в условиях сосняка брусничникового (С бр.) Выбор объектов был обусловлен тем, что подобные экотопы являются одними из наиболее часто встречающихся. Они, как правило, занимают значительные территории и требуют пристального внимания для восстановления лесной растительности [4].

Исследования проводились в пределах таежной лесорастительной зоны Средне-Уральского лесорастительного района. Объекты исследования располагались на участке, на одной части которого была проведена послепожарная вырубка деревьев, а на другой, не затронутой пожаром, – сплошная рубка.

Исследованные ПП граничат с условно коренными сосновыми лесами. Тип леса С бр., II класса бонитета. В составе преобладает сосна и в меньшей степени береза. Состав насаждений, являющихся источниками обсеменения, 9С1Б. Меры содействия естественному возобновлению не проводились.

При исследовании площадь каждой ПУ разделялась на учетные площадки размером 2х2 м. На каждой учетной площадке подсчитывалось общее количество деревьев. У сосны подсчитывались все годовичные побеги в высоту для установления возраста. Тип пространственной структуры оценивался с помощью индекса Фишера:

$$I = \frac{\left( \sum_{x=0}^m X^2 n_x - N^2 n \right) n}{N(n-1)},$$

где  $X = 0, 1, 2, \dots, m$  деревьев на учетной площадке;

$n_x$  – число учетных площадок с 1, 2, ...,  $m$  деревьями на площадке;

$n$  – общее количество учетных площадок;

$N$  – количество деревьев на площади учета.



При  $I < 1,0$  – регулярный тип размещения растений; при  $I \approx 1,0$  – рассеянный тип; при  $I > 1,0$  – групповой тип размещения деревьев.

Индекс  $I$  определяли как для всех деревьев на площади учета, так и по отдельным древесным видам.

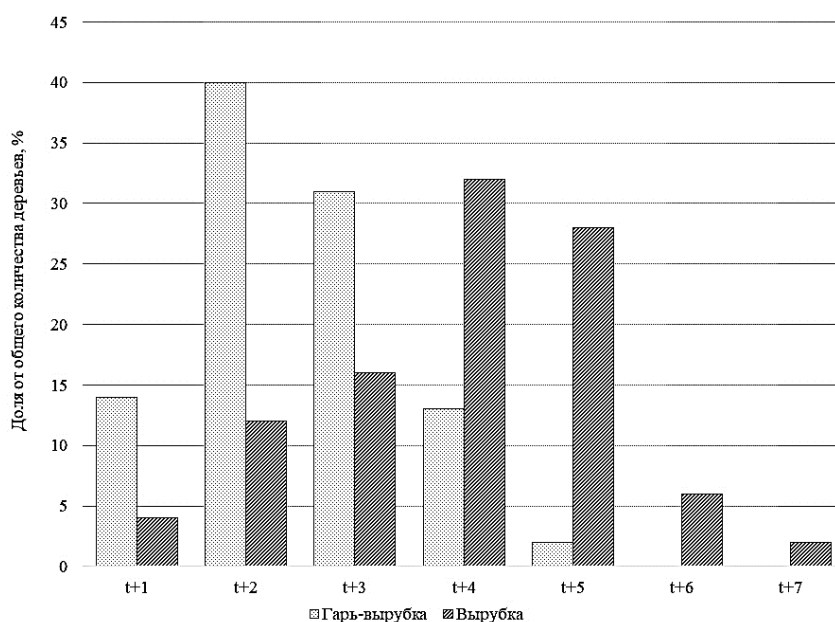
В результате анализа полученных данных установлено, что большая часть возобновления сосны на всех ПП была сосредоточена в районах примыкания трех сторон леса (табл. 1).

Таблица 1

Характер распределения и индекс рассеяния деревьев на ПП

№ ПП	№ ПУ	Доля учетных площадок, % с количеством деревьев, экз.					Индекс рассеяния $I$
		0	1	2	3	4 и >	
Гарь- вырубка	2-1	0,0	31,3	25,0	18,8	25,0	0,73
	2-2	0,0	31,3	25,0	31,3	12,5	0,75
	2-3	6,3	31,3	25,0	25,0	12,5	1,03
Вырубка	4-1	25,0	18,8	31,3	18,8	6,3	1,87
	4-2	25,0	25,0	18,8	25,0	6,3	1,72
	4-3	18,8	31,3	31,3	18,8	0,0	1,67

Помимо биологических особенностей древесных видов, существенную роль в типе размещения, по всей видимости, играет фактор периодичности появления возобновления. Как видно из рисунка, возрастная структура подраста на ПП носит различный характер.



Возрастная структура деревьев на ПП

На горях-вырубках (ПП 1 и 2) основная часть деревьев относилась к возобновлению, появившемуся на 2–3-й год после пожаров и последующей рубки. Возобновление, появившееся как на следующий год, так и на 4–5-й год после удаления древостоя, было незначительным. На 6-й год после прекращения воздействия возобновление полностью прекратилось. На вырубках основная часть деревьев относилась к возобновлению, появившемуся на 4–5-й год после прекращения воздействия. Однако хоть и в значительно меньшей степени возобновление сосны имело место и в последующие годы.

По всей видимости, на горях-вырубках на 2–3-й год после прекращения воздействия складываются наиболее оптимальные условия для процесса возобновления с высокой степенью реализации посевного материала. На вырубках такие условия сказываются на 1–2 года позже.

Подавление последующего возобновления сосны на горях-вырубках и вырубках вызвано, по всей видимости, разными причинами. На горях-вырубках вследствие интенсивного возобновления в оптимальный период (на 2–3-й год после прекращения воздействия) образуется молодняк с очень высокой густотой (табл. 2), о чем свидетельствуют также показатели относительной высоты (являющейся показателем соразмерности деревьев по высоте и диаметру), отражающие высокую степень конкуренции деревьев в молодых древостоях. Густота стояния деревьев в молодняках на горях-вырубках, кроме того, препятствует развитию живого напочвенного покрова (ЖНП), появлению последующего возобновления и оказывает влияние на устойчивость насаждений [5].

Таблица 2

Густота и относительная высота ( $H_{\text{ств.}}/D_{0,5H}$ ) молодняков сосны на ПП

№ ПП	Густота, тыс. экз. на 1 га	Относительная высота ( $H_{\text{ств.}}/D_{0,5H}$ )
1	123	$256,0 \pm 11,32$
2	71	$161,6 \pm 5,09$

Таким образом, наши исследования показали, что процесс естественного возобновления сосны носит в целом относительно кратковременный характер, обусловленный сочетанием особенностей экотопа и функционированием источников обсеменения. Процесс заселения древесных видов на горях-вырубках определяет формирование молодняков с регулярно-рассеянным типом размещения деревьев, очень высокой густотой стояния и высокой внутривидовой конкуренцией. На вырубках формируется групповой тип размещения деревьев с высокой конкуренцией с живым напочвенным покровом. Процесс успешного естественного возобновления как

на горях-вырубках, так и на вырубках носит кратковременный характер, и основная часть подроста формируется в течение 2–3 лет. По всей видимости, интенсивное семеношение обсеменителей является весьма важным, но не определяющим фактором успешного формирования молодняков на горях-вырубках и вырубках.

### *Библиографический список*

1. Поликарпов Н.П. Формирование сосновых молодняков на концентрированных вырубках. – М.: Изд-во АН СССР, 1962. – 173 с.
2. Соловьев В.М. Морфология насаждений. – Екатеринбург: Урал. гос. лесотех. акад., 2001. – 155 с.
3. Денисов С.А. Лесоведение: Естественное возобновление леса: учеб. пособие. – Йошкар Ола: МарГТУ, 2004. – 66 с.
4. Калачев А.А., Залесов С.В. Особенности послепожарного восстановления древостоев пихты сибирской в условиях Рудного Алтая // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. – 2016. – №2 (350). – С. 19-30.
5. Ivanchina L.D, Zalesov S.V. The effect of Spruce plantation density on resilience of mixed forests in the Perm Krai // Journal of Forest Science. –2019. – Т. 65. – №7. – С. 263-271.

УДК 630\*236.4:633.877.3(571.15)

Е. В. Жигулин, А. А. Гоф, А. Г. Магасумова, А. С. Оплетев  
(E. V. Zhigulin, A. A. Gof, A. G. Magasumova, A. S. Opletaev)  
УГЛТУ, Екатеринбург  
(USFEU, Yekaterinburg)

### **ПРИЧИНЫ ОТПАДА ЛЕСНЫХ КУЛЬТУР, СОЗДАННЫХ СЕЯНЦАМИ С ЗАКРЫТОЙ КОРНЕВОЙ СИСТЕМОЙ (CAUSES OF ATTRITION OF FOREST CROPS, PROCREATED BY SEEDLINGS WITH A CLOSED ROOT SYSTEM)**

*Проанализирована приживаемость и сохранность лесных культур, созданных сеянцами сосны обыкновенной с закрытой корневой системой в условиях юго-западной части ленточных боров Алтая. Экспериментально подтверждено, что основной причиной отпада является деформация корневых систем сеянцев с закрытой корневой системой.*

*The article presents the analysis of root-taking and conservation of forest plantations procreated by the Scots pine seedlings with a closed root system in*

*the conditions of the southwestern part of the Altai ribbon forests. It has been experimentally confirmed that the main cause of attrition is the deformation of the root system of seedlings with a closed root system.*

Жёсткость лесорастительных условий в лесостепной и степной зонах предопределяет преимущество лесовосстановления и лесоразведения искусственными способами [1]. Последнее относится также к лесоразведению на нарушенных землях даже в таежной зоне [2, 3]. Исследования показали [4], что производительность искусственных сосновых насаждений не только не уступает таковой у естественных, но даже превосходит их. Кроме того, при создании искусственных насаждений можно выбирать главную породу, использовать высококачественный посадочный материал, выращенный из элитных семян, регулировать схему смешения и густоту создаваемых древостоев и т. д. В то же время создание лесных культур связано с большими по сравнению с естественным возобновлением финансовыми и трудовыми затратами. Требуются подготовка почвы, неоднократные агротехнические и лесоводственные уходы, а главное, большое количество качественного посадочного материала.

Сокращение количества посадочного материала достигается выращиванием семян с закрытой корневой системой (ЗКС). При выращивании указанного посадочного материала резко сокращается расход семян, минимизируются риски воздействия на сеянцы в период выращивания неблагоприятных погодных явлений.

В результате на территории Российской Федерации стали создаваться селекционно-семеноводческие центры для выращивания посадочного материала с ЗКС. Положительно оценивая переход на использование посадочного материала с ЗКС, следует отметить, что вопросы его приживаемости после высадки на лесокультурную площадь до настоящего времени изучены слабо. Кроме того, в научной литературе имеются сведения о низкой приживаемости лесных культур, созданных сеянцами сосны обыкновенной с ЗКС [5].

Целью наших исследований являлось установление причин низкой приживаемости лесных культур, созданных сеянцами сосны обыкновенной с ЗКС в Озеро-Кузнецовском лесничестве Алтайского края.

Исследования проводились на гари площадью 1,5 тыс. га, где были заложены лесные культуры сеянцами с открытой и закрытой корневыми системами. Гарь расположена на территории Озеро-Кузнецовского лесничества, которое находится в юго-западной части Алтайского края на границе с Республикой Казахстан (Алтае-Новосибирский район лесостепей и ленточных боров).

Специфической особенностью района исследований являются крайне жесткие лесорастительные условия. К последним следует отнести недоста-

ток влаги, количество осадков в среднем не превышает 240 мм, и высокие температуры воздуха и поверхности почвы. В июле последние достигают  $+57,2^{\circ}\text{C}$ , что создает реальную угрозу гибели всходов и подроста.

В районе часты суховеи, что приводит к высыханию верхнего слоя песчаных почв до уровня завядания на глубину до 20 см.

При проведении исследований устанавливались приживаемость и сохранность лесных культур. Под приживаемостью нами понималось выраженное в процентах количество сеянцев, сохранивших жизнеспособность в первый год после посадки, а под сохранностью – аналогичный показатель спустя более года после посадки. Причины гибели сеянцев устанавливались путем выгонки погибших экземпляров и визуального обследования.

Исследования показали, что приживаемость лесных культур, созданных сеянцами с ЗКС, составляет в среднем  $70,1 \pm 0,9\%$  при показателе сохранности в лесных культурах 2–5 лет –  $45,5 \pm 0,7\%$ . При этом приживаемость лесных культур с открытой корневой системой составила  $78 \pm 0,6\%$  при сохранности  $58,4 \pm 0,7\%$ .

Причин низких показателей приживаемости и сохранности лесных культур, созданных сеянцами с ЗКС, несколько, но главной из них является первичная деформация (хемотропизм – неправильное развитие) корневой системы. Ограниченность объема ячейки контейнера приводит к тому, что стержневой корень либо закручивается внутри ячейки, либо отмирает, дойдя до максимальной ее глубины. После высадки сеянца на лесокультурную площадь, корни указанных сеянцев, как правило, долго не выходят из торфяного брикета в прилегающий песчаный субстрат, бедный питательными элементами, а главное, не развивают стержневой корень. Аналогичная закономерность отмечалась и другими исследователями [5, 6].

В конце мая – начале июня температура в районе исследований резко повышается, что в сочетании с сильными южными ветрами приводит к высыханию верхнего 15–20-сантиметрового слоя почвы. Если корни высаженного сеянца не достигли уровня поднятия капиллярной влаги, то данный сеянец погибает.

Значительное количество высаженных сеянцев с ЗКС развивает горизонтальные корни, что приводит к отпаду в первые годы после посадки.

Дополнительными причинами отпада сеянцев является нарушение технологии выполнения работ. В частности, это относится к посадке сеянцев с ЗКС под меч Колесова и лесопосадочной машиной.

В целях повышения эффективности лесокультурного производства можно рекомендовать:

1) заглубленную посадку сеянцев с ЗКС в дно плужных борозд, положенных плугом ПКЛ-70 с запада на восток;

2) производить максимально раннюю посадку, сразу после схода снежного покрова и оттаивания почвы;

3) увеличить глубину ячеек в кассетах для выращивания сеянцев с ЗКС до 15 см.

4) увеличить густоту посадки сеянцев с ЗКС до 4,0 тыс. шт./га при нормативном показателе 2,5 тыс. шт./га.

5) строго соблюдать технологию создания лесных культур, исключив использование не предназначенных для посадки сеянцев с ЗКС, ручных орудий и лесопосадочных машин.

### *Библиографический список*

1. Опыт создания лесных культур на солонцах хорошей лесопригодности / С.В. Залесов, О.В. Толкач, И.А. Фрейберг, Н.Ф. Черноусова // Экология и промышленность России. – 2017. – Т. 21. – № 9. – С. 42-47.

2. Формирование искусственных насаждений на золоотвале Рефтинской ГРЭС / С.В. Залесов, Е.С. Залесова, А.А. Зверев, А.С. Оплетаев, А.А. Терин // ИВУЗ. Лесной журнал. – 2013. – № 2. – С. 66-73.

3. Рекультивация нарушенных земель на месторождении тантал-бериллия / С.В. Залесов, Е.С. Залесова, Ю.В. Зарипов, А.С. Оплетаев, О.В. Толкач // Экология и промышленность России. – 2018. – Т. 22. – № 12. – С. 63-67.

4. Залесов С.В. Рост и продуктивность сосняков искусственного и естественного происхождения / С.В. Залесов, А.Н. Лобанов, Н.А. Луганский. – Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2002. 112 с.

5. Гоф А.А., Жигулин Е.В., Залесов С.В. Причины низкой приживаемости сеянцев сосны обыкновенной с закрытой корневой системой в ленточных борах Алтая // Успехи современного естествознания. – 2019. – № 11. – С. 9–13.

6. Толкач О.В., Залесов С.В., Фрейберг И.А. Архитектоника корневой системы сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) в лесных культурах на солонцах в лесостепном Зауралье // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. – 2019. – № 227. – С. 134–148.

УДК 630.611:630.931

С. В. Залесов, Е. П. Платонов  
(S. V. Zalesov, E. P. Platonov)  
УГЛТУ, Екатеринбург  
(USFEU, Yekaterinburg)

**К ВОПРОСУ О НЕОБХОДИМОСТИ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ  
НОРМАТИВНО-ПРАВОВЫХ АКТОВ ПО ВОПРОСАМ  
ЛЕСОПОЛЬЗОВАНИЯ**  
(ON THE NECESSITY OF IMPROVING REGULATORY LEGAL ACTS  
ON FOREST MANAGEMENT)

*Проанализированы нормативно-правовые акты по вопросам заготовки древесины, лесовосстановления, ухода за лесом и охране лесов от пожаров. Обоснована необходимость совершенствования нормативно-правовых актов с учетом региональной специфики природно-экономических условий.*

*Regulatory legal acts on timber harvesting, reforestation, forest care and forest fire protection have been analyzed. The necessity of improving regulatory legal acts, taking into account the regional specific features of natural and economic conditions, has been substantiated.*

Оптимизация лесопользования не может быть обеспечена без детальной проработки нормативно-правовых актов (НПА). Последние должны учитывать специфику природно-экономических условий конкретного региона (лесного района), а также биологические особенности основных древесных пород-лесообразователей. К сожалению, ознакомление с действующими НПА вызывает целый ряд вопросов. Главными недостатками НПА по осуществлению лесопользования является их несоответствие друг другу и недооценка региональной специфики природно-экономических условий.

Жесткая регламентация приводимых в НПА лесоводственных мероприятий исключает всякую возможность для опытных работ и совершенствования тех или иных видов работ.

В частности, непонятно, зачем предприятию, работающему с балансами, выращивать ель до 81–101 года, а березу до 60 лет [1], как и предприятию, работающему с пиловочником.

Правила заготовки древесины [2] предусматривают проведение 7 видов выборочных рубок спелых и перестойных насаждений. Однако отечественный и мировой опыт свидетельствует, что арсенал выборочных рубок значительно шире, и непонятно, почему в нашей стране не применяются, в частности, каймовые рубки. В странах Европы данные рубки нашли широ-

кое распространение, поскольку позволяют омолаживать древостои, не прибегая к искусственному лесовосстановлению, сохраняя биологическое разнообразие и обеспечивая сохранение экологических функций. Положительный опыт каймовых рубок имеет место и в Российской Федерации.

Естественно, что в различных регионах страны имеются наработки по проведению авторских рубок спелых и перестойных насаждений. Однако хорошо зарекомендовавшие себя рубки не могут быть внедрены в производство.

Вызывает удивление регламентация сплошно-лесосечных рубок. Так, в частности, максимальная ширина лесосек в целом ряде лесных районов по хвойному и мягколиственному хозяйству составляет 500 м. Опыт проведения сплошнолесосечных рубок второй половины XX столетия убедительно доказал, что при указанной ширине лесосек нельзя даже надеяться на восстановление вырубок коренными хвойными породами. Аргумент в пользу экономического обоснования широколесосечных сплошных рубок в данном случае не выдерживает критики, поскольку планируемый объем заготовки древесины в квартале может быть обеспечен узкими лесосеками с большим количеством зарубов.

Действующими правилами заготовки древесины [2] допускается проведение чересполосных постепенных рубок с шириной вырубаемых полос, равной 1,5 средней высоты древостоя. Интенсивность рубки при этом может варьироваться от 25 до 50 %, поскольку рубка может включать от 2 до 4 приемов. Однако в Правилах санитарной безопасности в лесах [3] отмечается: «для предотвращения усыхания деревьев по опушкам вырубок не допускается проведение чересполосных рубок в ельниках и пихтовых древостоях». Формулировка абсолютно непонятна. Поскольку причиной запрещения чересполосных постепенных рубок в ельниках и пихтарниках является усыхание деревьев «по опушкам вырубок», т.е. после завершающего приема рубки, то почему в этом случае не запрещены сплошнолесосечные рубки спелых и перестойных насаждений в ельниках и пихтарниках, после которых также образуются опушки на границах с вырубками. Во-вторых, в Правилах [3] проигнорирован факт высокой устойчивости ели в насаждениях ряда типов леса. Точнее сказать, тип леса вообще не принимался во внимание, как и географический район.

Разночтение указанных правил приводит к конфликтам между арендаторами, заготавливающими древесину, и контролирующими органами.

Аналогичная проблема сложилась и вокруг рубок обновления и перестройки. Правила ухода за лесом [4] данные виды рубок ухода разрешают. Однако в Правилах [4] не указывается, в каких насаждениях они назначаются. На момент включения данных рубок в НПА они проектировались в насаждениях тех категорий защитности, где рубки главного пользования были запрещены. Действующими НПА в защитных лесах, за



исключением заповедников и заповедных частей природных и национальных парков, разрешаются выборочные рубки спелых и перестойных насаждений. При этом ниша рубок обновления и рубок переформирования не оговорена, а следовательно, данные рубки просто не проводятся. При этом Правила [4] предусматривают рубки сохранения лесных насаждений. Создается мнение, что есть рубки ухода за лесом, направленные на уничтожение лесных насаждений. Можно отметить и другие парадоксы НПА. Так, Правила санитарной безопасности в лесах [3] рекомендуют «в насаждениях с участием ели и (или) пихты 7 и более единиц в составе в качестве рубок ухода проводить только рубки осветления и прочистки». Однако в ельниках таежной зоны осветление, как правило, не проводится. Кроме того, осветления и прочистки преследуют цель ухода за составом древостоев. При доле ели и пихты (главные породы) 7 и более единиц смысл в указанных рубках отсутствует. В то же время отказ от прореживаний и проходных рубок приводит к распределению запаса между тонкомерными деревьями, увеличению возраста технической спелости и исключению получения хвойных балансов. По сути, одним пунктом Правил [3] зачеркнут весь отечественный и зарубежный опыт ухода за еловыми насаждениями.

Общеизвестно, что лес – явление географическое. Авторы НПА заявляют о реализации региональной составляющей, но фактически она просто игнорируется. Так, на Урале все многообразие типов леса объединено в 7 групп типов леса и лесорастительных условий. Логично было бы при разработке региональных рекомендаций указывать именно эти типы леса или группы типов леса. Однако в Правилах лесовосстановления [5] для Средне-Уральского таежного лесного района критерии и требования к молоднякам, площади которых подлежат отнесению к землям, на которых расположены леса, указываются для елей сибирской и обыкновенной только по черничной группе типов леса, которой на Урале нет; для лиственниц сибирской и Сукачева – по вейниковой группе, которой также нет; для сосны обыкновенной – по брусничной и черничной группам, из которых на Урале выделена только брусничная. Спрашивается, каким образом по данному документу можно доказать контролирующим органам правильность перевода молодняков в покрытые лесной растительностью земли.

В сентябре 2020 г. опубликован Проект региональной шкалы природной пожарной опасности для лесничеств в Свердловской области. В указанном документе авторы также не удосужились посмотреть выделенные на Урале типы леса. В частности, отсутствуют насаждения нагорных, липняковых и других типов леса. О каком переводе на цифровое проектирование лесоводственных мероприятий может идти речь, если таксатор, арендатор лесного фонда и лесничий каждый раз в ручном режиме устанавливают, к какому типу леса относится насаждение в соответствии с каждым из НПА.

Хотелось бы пояснить авторам Проекта региональной шкалы, что в Свердловской области нет типов леса «сухая дубрава дуба черешчатого», «лиственничник кедровостланниковый» и тип леса не рассматривается как «формация (группа пород) ...». Готовя важный документ, авторы могли бы на худой конец, открыть учебник по лесоведению.

Согласно Постановлению Правительства Российской Федерации от 28 июля 2020 г. № 1132 планируется отказ от целого ряда НПА. В список НПА, подлежащих замене, включено большинство указанных выше документов. Однако неясно, кем и когда будут разрабатываться альтернативные НПА. Озабоченность понятна, если учесть, что новые НПА должны вступить в действие с 01.01.2021 г.

### **Выводы**

1. Действующие НПА по лесопользованию требуют детальной переработки и стыковки указанных в них требований.

2. НПА должны разрабатываться на зонально(подзонально)-типологической основе. Следует отказаться от общероссийских нормативно-технических документов, заменив их региональными, учитывающими специфику конкретного региона (лесного района).

3. К разработке НПА должны привлекаться ученые и специалисты, работающие в конкретном регионе.

4. Все НПА по лесному хозяйству и лесопользованию должны проходить экспертизу у специалистов. Выставление проектов НПА на сайт за 2–3 дня до утверждения недопустимо. У оппонентов должно быть время на ознакомление с проектом НПА и его анализ.

5. Основанием для новых видов рубок должны быть исследования, проводимые, в частности, в учебно-опытных лесхозах высших учебных заведений и академии наук.

### *Библиографический список*

1. Об установлении возрастов рубок: Утв. Приказом Рослесхоза от 09.04.2015 г. № 105. – URL:<http://www.cousultant.ru>

2. Правила заготовки древесины и особенности заготовки древесины в лесничествах, лесопарках, указанных в статье 23 Лесного кодекса Российской Федерации: Утвержд. Приказом Минприроды России от 13.09.2016 № 474. – URL:<http://www.garant.ru>

3. Правила санитарной безопасности в лесах: утв. Постановлением Правительства РФ от 20.05.2017 г. № 607. – URL:<http://docs.chtd.ru>

4. Правила ухода за лесами: утв. приказом Минприроды России от 22.11.2017 г. № 626. – URL:<http://docs.chtd.ru>

5. Правила лесовосстановления: утв. приказом Минприроды России от 25.03.2019 г. № 188. – URL:<http://docs.chtd.ru>

УДК 630\*2

Л. В. Зарубина, Д. В. Беляков  
(L. V. Zarubina, D. V. Belyakov)  
Вологодская ГМХА, Вологда  
(Vologda SDFA, Vologda)

**ЕСТЕСТВЕННОЕ ВОЗОБНОВЛЕНИЕ НА ВЫРУБКАХ  
ЕЛЬНИКОВ ЗЕЛЕНОМОШНОЙ ГРУППЫ ТИПОВ ЛЕСА  
В УСЛОВИЯХ ВОЛОГОДСКОЙ ОБЛАСТИ**  
(NATURAL REGENERATION IN SPRUCE CUTTINGS GREEN MOSS  
GROUP OF FOREST TYPES UNDER CONDITIONS VOLOGDA REGION)

*Изучено естественное возобновление на вырубках зеленомошной группы типов леса. Выявлено, что с увеличением давности рубки возрастает негативное влияние на еловый подрост со стороны естественного возобновления лиственных пород, необходимо своевременное проведение лесоводственного ухода за хвойными породами (осветления) до 10-летнего возраста формирующегося насаждения.*

*The natural regeneration of the green moss group of forest types has been studied. It was revealed that with an increase in the age of felling, the negative impact of non-spruce undergrowth on the part of natural renewal of deciduous species increases; timely silvicultural care of conifers (clarification) is necessary up to 10 years of age of the emerging plantation.*

Одной из основных целей лесного хозяйства являются достижение устойчивого лесопользования, инновационного и эффективного развития, использования, охраны, защиты и воспроизводства лесов для обеспечения опережающего роста лесного сектора экономики, социальной и экологической безопасности страны, безусловное выполнение международных обязательств России в части лесов. Важнейшая задача достижения поставленной цели – повышение продуктивности и улучшение породного состава лесов на землях различного целевого назначения, максимальное сохранение подроста при рубках [1, 2].

В таёжной зоне европейской части страны, в условиях ограниченной доступности проведения лесовосстановительных работ, основным мероприятием по восстановлению на вырубках еловых и сосновых древостоев – сохранение подроста и тонкомера предварительной генерации в процессе рубки. Эффективность таких рубок определяется прежде всего технологией лесосечных работ, густотой, состоянием и возрастом подроста хвойных пород [3, 4].

Целью исследования являлась оценка естественного возобновления на вырубках ельников в зеленомошной группе типов леса. В летний период

2019 г. в Харовском районе Вологодской области нами были заложены пробные площади на вырубках ельников кисличного (ПП 1 и ПП 3) и черничного (ПП 2). Учитывались жизненное состояние и категории крупности подроста. Обработка полевых материалов осуществлялась общепринятыми в лесоводстве и таксации методами. Сплошная рубка была проведена в разные годы (2010 и 2013 гг.) в зимнее время бригадами вальщиков бензопилами. Трелёвка леса произведена трелёвочным трактором с гидроманипулятором ЛП-18К. Вывозка проводилась лесовозами КамАЗ-53229. Характеристика участков до рубки представлена в табл. 1.

Таблица 1

Таксационная характеристика пробных площадей до рубки

№ ПП	Год рубки	Состав древостоя	Тип леса	Средние		Бонитет	Р <sub>отн.</sub>	А, лет	М, м <sup>3</sup> /га
				Д <sub>ср</sub> , см	Н <sub>ср</sub> , м				
1	2010	5Е1С2Б2Ос + Ив	Е-кисл.	24,0	25,0	II	0,70	95	340
2	2010	7Б3Е	Е-чер.	22,0	20,0	III	0,80	65	364
3	2013	6Б1Ос3Е+С	Е-кисл.	22,0	21,0	II	0,80	75	310

По данным табл. 1 видно, что до рубки насаждения характеризовались как высокополнотные, смешанные и одноярусные. Основными представителями травяно-кустарникового яруса на всех объектах исследования являются крупнотравные и разнотравные виды. Типичные лесные растения (черника, брусника, кислица, папоротники и т.д.) имеют незначительный процент проективного покрытия на вырубках (от 5 до 15 %). Тип почв на всех пробных площадях – подзолистый. Подзолистые почвы характеризуются кислой средой рН и бедностью на органическое вещество почвы (гумус).

Исследование лесовозобновительного процесса показало, что основную долю в структуре естественного возобновления занимают лиственные породы. Доля елового подроста (табл. 2) незначительна.

Таблица 2

Характеристика естественного возобновления на объектах исследования

№ ПП	Название объекта/ коренной тип леса	Формула состава естественного возобновления	Количество подроста в переводе на крупный, шт./га
1	Вырубка 2010 г./ Е-кис.	5Ос3Б2Е+Ив, ед. Олх	18418
2	Вырубка 2010 г./ Е-черн.	6Б2Е1Ос1Ив, ед. Олх	27912
3	Вырубка 2013 г./ Е-кис.	6Ос3Б1Е+Ив, ед. Олх	20925

На объектах исследования отмечено различное соотношение подроста берёзы и осины. Так, на вырубках 2010 и 2013 гг., где коренной тип леса – ельник кисличный (ПП 1, ПП 3), наблюдается преобладание подроста осины над березовым в 1,6 и 3,4 раза, на вырубке 2010 г. с коренным типом леса ельник черничный (ПП 2), наоборот, количество подроста берёзы в 6,8 раза выше, чем осинового. Необходимо отметить, что почти 76 % подроста лиственных пород имеют вегетативное происхождение.

Таксационная характеристика естественного возобновления ели представлена в табл. 3.

Таблица 3

Таксационная характеристика елового подроста

Исследуемые вырубки год / № ПП (тип леса)	Средняя высота, м	Средний возраст, лет	Количество подроста в переводе на крупный, шт./га
2010/ ПП1 (Е кис.)	1,0±0,04	18	1713
2010/ПП2 (Е черн.)	0,9±0,06	17	3092
2013/ПП3 (Е кис.)	1,0±0,03	15	1705

Анализ данных таблицы показал, что наибольшее количество подроста ели произрастает на вырубке 2010 г. (коренной тип леса – ельник черничный). По категории жизнеспособности характеризуется как здоровый.

Харовский район Вологодской области относится к Балтийско-Белозерскому таежному району. Достаточным для естественного возобновления елового леса считается не менее 1,5 тыс. шт./га. На опытных объектах количество подроста достаточно для успешного лесовозобновления ели, поэтому вырубки оставлены под естественное лесозаращивание. Но необходимо понимать, что без своевременно проведенных лесоводственных уходов коренной древостой на участках не восстановится.

Формирование естественным путем хвойных насаждений зависит от количества и качества оставленного после рубки подроста, а также показателей его жизнеспособности и условий произрастания. При равномерном размещении подроста ели для формирования хвойных насаждений необходимо, чтобы его количество было более 2500 шт./га, высота превышала 2–3 м, возраст не превышал 30 лет. При снижении этих показателей формируются насаждения с большим участием мягколиственных пород. Доля увеличения в составе верхнего яруса мягколиственных пород при снижении вышеперечисленных показателей не носит линейную зависимость. Взаимосвязь этих показателей индивидуальна для каждого конкретного случая [5].

Изученные нами вырубki имеют сравнительно небольшую давность – 7 и 10 лет, поэтому количества фотосинтетически активной радиации, необходимого для нормального развития и роста ели, достаточно. Оценка состояния фотосинтетического аппарата подростa ели показала, что степень (класс) хлорозов и некрозов по всем моделям составила 0, т. е. хлороз и некроз отсутствуют (хвоя здоровая, насыщенного зелёного цвета, без каких-либо пятен рыжего или светло-коричневого цвета). Анализ данных исследования показал, что прирост главного побега елового подростa значительно превышает прирост боковых побегов на вырубках 10-летней давности в среднем на 58,8 %, а на более свежей 7-летней вырубке – соответственно на 39,2 %. Крона приобретает вытянутую и симметричную форму. В таких условиях экологический коэффициент кроны у подростa ели выше единицы. Данные экологического коэффициента елового подростa на разновозрастных вырубках представлены в табл. 4.

Таблица 4

Соотношение между приростом главных и боковых побегов ели  $K_{эк}$

п/п № модельных деревьев	Вырубki / коренной тип леса (№ ПП)								
	2010 г. / Е кис. (ПП 1)			2010 г. / Е черн. (ПП 1)			2013 г. / Е кис. (ПП 3)		
	Прирост, см/год			Прирост, см/год			Прирост, см/год		
	главный	боковой	$K_{эк}$	главный	боковой	$K_{эк}$	главный	боковой	$K_{эк}$
1	20,8	12,7	1,6	14,8	8,7	1,7	13,0	5,1	2,5
2	18,4	11,8	1,6	15,2	9,1	1,7	13,8	5,7	2,4
3	21,3	12,1	1,8	14,4	8,3	1,7	12,6	6,2	2,0
4	18,9	13,4	1,4	13,9	8,8	1,6	12,6	4,9	2,6
5	19,7	11,9	1,7	14,1	7,8	1,8	13,3	5,3	2,5
Сред.	19,8±0,2	12,4±0,1	1,6	14,5±0,1	8,5±0,1	1,7	13,1±0,08	5,4±0,2	2,4

Анализ данных табл.4 показал, что на всех объектах исследования соотношение между приростом терминального и бокового побегов выше единицы, это значит, что подрост ели еще не испытывает отрицательного воздействия со стороны естественного возобновления мягколиственных пород.

Таким образом, по результатам проведённого нами исследования выявлено, что естественное возобновление ели более активно проходит на вырубках 10-летней давности с коренным типом леса ельник черничный, несмотря на повышенную почвенную влажность данного объекта исследований. На вырубках кисличной группы типов леса важную роль играет

возраст (давность) рубки. Более интенсивное естественное зарастание происходит на вырубке 2013 г., что, по нашему мнению, связано с таким фактором, как конкуренция елового подроста с лиственными породами, который по сравнению с таковым при лиственном возобновлении на 10-летней вырубке не развился ещё до состояния, способного негативно влиять на рост елового подроста. Результаты нашего исследования подтверждают необходимость своевременного проведения лесоводственного ухода за хвойными породами (осветления) до 10-летнего возраста формирующегося насаждения.

### *Библиографический список*

1. Сравнительная характеристика санитарного состояния лесных культур и ели в условиях Вологодской области / Грибов С.Е., Зарубина Л.В., Прохорова Т.С., Бобров Ю.А. // Естественные и технические науки. – 2019. – № 3 (129). – С. 80–85.
2. Зарубина Л.В. Состояние естественного возобновления ели в мелколиственных лесах на севере России // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. – 2016. – 3 (351). – С.52-65.
3. Дерюгин, А.А. Динамика состояния популяции ели в насаждениях, формирующихся после рубки березовых древостоев с сохранением подроста // Лесохоз. информ. : электрон. сетевой журн. – 2017. – №1. – С. 16–23.
4. Лесоводственная эффективность минерализации почвы в условиях сосняка зеленомошно-ягодникового подзона северной тайги / Башегуров К.А., Белов Л. А., Залесова Е. С. и др. // Международный научно-исследовательский журнал. – 2020. – № 8 (98). – Ч. 1. – С. 186–191.
5. Дружинин Ф.Н. Лесоводственно-экологические основы восстановления ельников в производных лесах Восточно-Европейской равнины: дис. ... д-ра с.-х. наук / Дружинин Ф.Н. – Архангельск, 2013. – 389 с.

УДК 630\*181

В. П. Захаров

(V. P. Zakharov)

Орехово-Зуевский филиал ГКУ МО «Мособллес»

(Orekhovo-Zuevo forestry of Moscow Region)

С. А. Коротков

(S. A. Korotkov)

МФ МГТУ им. Н. Э. Баумана, Мытищи

(MB of Bauman BMSTU, Mytishchi )

Институт лесоведения РАН

(Institute of Forest Science RAS)

**НЕКОТОРЫЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ ЕСТЕСТВЕННОГО  
ВОЗОБНОВЛЕНИЯ ЛЕСА ПОСЛЕ КАТАСТРОФИЧЕСКИХ  
НАРУШЕНИЙ ДРЕВОСТОЯ В ОРЕХОВО-ЗУЕВСКОМ  
ЛЕСНИЧЕСТВЕ МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ**  
(SOME REGULARITIES OF NATURAL FOREST REGENERATION  
AFTER CATASTROPHIC DISTURBANCE OF THE STANDS IN THE  
OREKHOVO-ZUEVSKY FORESTRY, MOSCOW REGION)

*Рассматривается естественное возобновление леса после катастрофических изменений: повреждения короедом-типографом, лесными пожарами. Показаны некоторые особенности развития подроста в насаждениях с разным типом лесорастительных условий. Использование потенциала естественного возобновления в ряде случаев может быть эффективным путём формирования устойчивых насаждений в условиях Московской области.*

*The article examines the natural regeneration of the forest after catastrophic changes: damage by the Ips typographus, forest fires. Some features of undergrowth growth in stands with different types of forest growing conditions are shown. The use of the potential of natural regeneration in some cases can be an effective way of forming sustainable stands in the conditions of the Moscow region.*

Значительные объёмы лесовосстановительных мероприятий, проводимых и планируемых на территории Московской области после масштабных пожаров, ветровалов и всплесков численности насекомых-вредителей, заставляют обратить внимание на процессы естественного возобновления леса на вырубках, гарях, а также естественного восстановления древесных пород на участках лесных культур и ставят задачи по выделению участков, наиболее подходящих для формирования не только хвойных, но и смешанных, а также лиственных насаждений.



Лесообразовательный процесс в насаждениях, возникших на сплошных вырубках из сохранённого подроста и тонкомера, протекает достаточно сложно и во многом противоречиво [1]. Ход его будет определяться типом лесорастительных условий, наличием источников семян и рядом других факторов.

Оценка особенностей естественного возобновления леса после катастрофических изменений проводилась на территории Орехово-Зуевского лесничества Московской области в 2019–2020 гг. с закладкой временных пробных площадей. В качестве объектов исследования были выбраны как насаждения в пределах особо охраняемых природных территорий, исключённых из хозяйственного использования, так и насаждения без специального режима природопользования, пройденные санитарно-оздоровительными рубками.

Для лесного участка с повреждением верхнего полога короедом-типографом на территории государственного природного заказника «Участок леса в Губинском лесничестве» (Губинское участковое лесничество) характерно резкое изменение условий среды по сравнению с ненарушенным состоянием (ПП 1). На участках спелых и перестойных еловых насаждений в 2011–2013 гг. была отмечена вспышка численности короеда-типографа. Состав древесного яруса в 2012 г. до вспышки был 6Е2С2Б+Ос. Спустя 2 года все экземпляры ели первого яруса усохли и к настоящему времени представлены ветровалом. Постепенно оставшиеся лиственные деревья и экземпляры сосны также подвергаются ветровалу, что было отмечено нами во время полевых исследований. Благодаря наличию предварительного возобновления в виде куртин на момент исследований отмечено значительное участие ели (до 2500 шт./га в пересчёте на крупный подрост с неравномерным распределением по площади). До 10 % подроста составляют широколиственные породы – дуб черешчатый и липа мелколистная, приуроченные к освещённым участкам, свободным от подлеска.

В результате увеличения освещённости в дополнение к типичным лесным видам (кислица обыкновенная, черника, линнея северная, майник двулистный) в травянистом покрове появились или значительно расширили своё присутствие светолюбивые виды, такие, к примеру, как кипрей узколистный, малина обыкновенная, различные злаки.

Ход демутационных процессов показал, что при наличии под пологом жизнеспособного подроста, в том числе куртин, и источников семян даже в случае полного распада верхнего яруса древостоя происходит восстановление лесной среды с присутствием основных лесообразующих пород.

В ходе исследования были рассмотрены также участки леса, представляющие собой насаждения, погибшие в результате лесных пожаров 2010 г. На ПП 5 в границах Городищенского лесного заказника первый ярус полностью погиб и на момент обследования представлен старым

сухостоем и ветровалом и отдельными сохранившимися деревьями сосны. На бедных песчаных почвах сформировались благоприятные условия для развития сосны обыкновенной (густота сосны 6500 шт./га в пересчете на крупный, средняя высота 4 м, возраст 8–10 лет), что подтвердили результаты пересчёта возобновления на пробных площадях. Размещение деревьев неравномерное куртинами с наличием небольших прогалин, занятых светолубивой луговой и опушечной растительностью. Подрост лиственных пород (берёзы и единично дуба) приурочен к незначительным понижениям рельефа. Подобное восстановление древостоя после пожарных нарушений является одним из типичных путей развития сосняков [2–5].

На участках с повышенным увлажнением (типы условий местопроизрастания ВЗ-СЗ) отмечается активное развитие мягколиственных пород, в первую очередь берёзы. На гари 2010 г. в Ликинском участковом лесничестве (ПП 13) после расчистки на месте спелого сосново-берёзового древостоя с составом 7С2Б1Е сформировалось лиственное насаждение с высотой полога 6–8 м из берёзы повислой с примесью ольхи чёрной и ивы козьей. Общая густота составляет 7500 шт./га крупного подроста. Под пологом лиственных пород отмечено присутствие мелкого елового подроста и восстановление видов травяно-кустарничкового яруса.

Несмотря на характерные проявления смены пород, традиционно рассматриваемые как негативное явление, требующее специальных мер противодействия, быстрое формирование молодняков лиственных пород может стать предметом для рассмотрения в рамках планирования лесохозяйственных мероприятий.

В связи с тем, что быстрый рост берёзы, осины и ольхи угнетающе воздействует на травянистую растительность, снижая пожарную опасность, и способствует быстрому формированию лесной среды, при планировании мероприятий по воспроизводству лесов возможно выделение участков естественного возобновления по границам с площадями хвойных культур вдоль автомобильных и железных дорог, по границам с населёнными пунктами и землями сельхозназначения.

Учитывая, что использование потенциала естественного возобновления в целом ряде условий может быть эффективным путём формирования устойчивых насаждений в условиях Московской области, изучение происходящих процессов развития подроста и взаимоотношения древесных пород, а также разработка подходов принятия хозяйственных решений должны войти в практику лесного хозяйства.

#### *Библиографический список*

1. Дебков Н. М., Залесов С. В. Возобновительные процессы под пологом насаждений, сформировавшихся из сохраненного подроста

предварительной генерации // Аграрный вестник Урала. – 2012. – № 9 (101).

2. Демаков Ю. П. Постпирогенная динамика ксилофильного энтомокомплекса в сосновых лесах Марийского Полесья // Научные труды Государственного природного заповедника «Большая Кокшага». – 2007. – №. 2. – С. 248-302.

3. Киселева В. В., Коротков С. А., Скородумов П. В. Тенденции смены породного состава в лесах Лосиногостовского Острова // Лесной вестник. – 2016. – Т. 20. – №. 5. – С. 65 -77.

4. Тенденции динамики сосновых лесов в условиях ближнего Подмосковья / Коротков С.А., Глазунов Ю.Б., Чистяков А.Л., Куликова Д.Д. // Научные основы устойчивого управления лесами: матер. IV Всероссийской научной конференции с международным участием. – М.: ЦЭПЛ РАН, 2020. – С. 62–64.

5. Стоноженко Л. В., Коротков С. А., Гришенков В. А. Возобновление под пологом леса в национальном парке «Угра» // Лесохозяйственная информация. – 2018. – №. 2. – С. 35–45.

УДК 630.231:502.56

Ю. А. Зубова, С. С. Зубова  
(U. A. Zubova, S. S. Zubova)  
УГЛТУ, Екатеринбург  
(USFEU, Yekaterinburg)

**ОЦЕНКА КАЧЕСТВА СРЕДЫ  
ПО АСИММЕТРИИ ЛИСТЬЕВ BETULA PENDULA  
В Г. БЕРЕЗНЯКИ  
(ASSESSMENT OF ENVIRONMENTAL QUALITY  
BY BETULA PENDULA LEAVES ASYMMETRY IN BEREZNYAKI)**

*Рассмотрена оценка окружающей среды с использованием метода флуктуирующей асимметрии. Выявлено, что состояние среды г. Березняки характеризуется относительно однородным уровнем со значительными отклонениями от нормы показателей ФА березы повислой (B. pendula Roth.) – 0,060–0,065.*

*The article presents the estimation of the environment by the fluctuating asymmetry method applied. It was found that the environmental conditions in the town of Bereznyaki are characterized by a relatively uniform level with significant deviations of FA indicators from the norm (0.060-0.065) with Betula Pendula Roth.*

Второй по величине город Пермского края Березники является крупным промышленным центром, на его территории находятся 5 градообразующих предприятий, которые так или иначе загрязняют окружающую среду. Одним из них является металлургический завод – ОАО «Корпорация ВСМПО-Ависма».

В большинстве случаев при оценке качества окружающей среды достаточно сравнения содержания поллютантов в разных компонентах экосистем с ПДК, однако нужно учитывать многообразие загрязняющих веществ и их суммарные эффекты воздействия на среду. Таким образом, получение интегральной информации о качестве среды и её пригодности для существования человека посредством биоиндикации представляется наиболее перспективным [1, 2].

Цель проведенных исследований – оценить качество окружающей среды на разном удалении от предприятия ОАО «ВСМПО-Ависма» с применением одного из способов биоиндикации – метода флуктуирующей асимметрии.

В качестве объекта исследований были выбраны пробные площадки с произрастанием березы повислой (*Betula pendula Roth.*), подвергающиеся различной интенсивности воздействия промышленных выбросов. В ходе работы было заложено 6 площадок, расположенных в разных районах г. Березники (табл. 1). Из них 2 площадки на расстоянии 340–360 м от ОАО «Корпорация ВСМПО – Ависма», 2 площадки 5,1 км и 6,0 км от предприятия (в центре г. Березники), 2 площадки 9,1–9,5 км от предприятия (в лесном массиве). На каждой площадке было собрано по 100 листьев березы повислой (*Betula pendula Roth.*).

Таблица 1

Местоположение площадок сбора материала и их краткая характеристика

Местоположение площадки	Расстояние до промышленного предприятия ОАО «Корпорация ВСМПО – Ависма», км	Краткая характеристика объектов
1	2	3
Площадка №1 (лес около р.Зырянка г. Березники)	9,10	Около асфальтированной дороги в районе реки рядом с п. Зырянка

Окончание табл. 1

1	2	3
Площадка №2 (лес около ЗОЦ Сказка г. Березники)	9,50	Вблизи грунтовой дороги
Площадка №3 (Парк культуры и отдыха г. Березники – центр города)	5,10	Около дороги с асфальтированным покрытием, в парке города
Площадка №4 (Парк культуры и отдыха со стороны ул. Ленина – центр г. Березники)	6,00	Расположена недалеко от пешеходной дороги с асфальтированным покрытием. Движения транспорта не наблюдается
Площадка №5 (ул. Ленина, площадка через дорогу от предприятия г. Березники)	0,36	Расположена вблизи предприятия, рядом пруд
Площадка №6 (ул. Ленина, въезд на предприятие г. Березники)	0,34	Расположена недалеко от дороги с асфальтированным покрытием, с остановкой общественного транспорта. Движение транспорта достаточно оживленное

По каждой листовой пластине были произведены измерения с левой и правой части листа по 5 параметрам. Итого было проведено 6000 измерений у 600 листьев.

Для оценки антропогенного воздействия на окружающую среду сбор материала проводился после остановки роста листьев (конец августа).

Для исследования выбирались деревья, достигшие генеративного возрастного состояния. У березы повислой собирались листья из нижней части кроны дерева, с максимального количества доступных веток, равномерно вокруг дерева, с одинакового типа укороченных побегов. Размер листьев был сходным, средним для данного растения.

Согласно методике [3] были проведены расчеты степени асимметричности организма. Для данного показателя разработана пятибалльная шкала отклонения от нормы, в которой 1 балл – условная норма, а 5 баллов – критическое состояние. Полученные значения приведены в табл. 2.

Данные табл. 2 показывают, что на всех изученных площадках ПП1 (0,062), ПП2 (0,063), ПП3 (0,063), ПП4 (0,057), ПП5 (0,062), ПП6 (0,068) наблюдается критическое состояние качества среды. Результаты исследования, полученные на площадке №6 (расположенной у въезда на предприятие), показали самые высокие значения, что может быть связано с интенсивным транспортным потоком.

Таблица 2

Оценка отклонений состояния организма от условной нормы по величине интегрального показателя стабильности развития для березы повислой (*Betula pendula* Roth.)

Местоположение площадки	Балл состояния	Значение показателя стабильности развития	Качество среды
Площадка №1 (лес около р.Зырянка г. Березники)	5	0,62	Критическое состояние
Площадка №2 (лес около ЗОЦ Сказка г. Березники)	5	0,63	Критическое состояние
Площадка №3 (Парк культуры и отдыха г. Березники – центр города)	5	0,063	Критическое состояние
Площадка №4 (Парк культуры и отдыха со стороны ул. Ленина – центр г. Березники)	5	0,057	Критическое состояние
Площадка №5 (ул. Ленина, площадка через дорогу от предприятия г. Березники)	5	0,062	Критическое состояние
Площадка №6 (ул. Ленина, въезд на предприятие г. Березники)	5	0,068	Критическое состояние

В целом исследованиями выявлено, что уровень флуктуирующей асимметрии листовой пластинки берёзы (*Betula pendula* Roth.) повислой чувствителен к воздействию антропогенной нагрузки и влияние промышленных поллютантов является одним из основных факторов негативного воздействия, но не единственным, о чем свидетельствуют результаты исследований – критическое качество среды во всех шести выборках, расположенных на различном удалении от предприятия.

*Библиографический список*

1. Дюкарев А. Г., Пологова Н. Н. Мониторинг и оценка состояния лесных экосистем // Journal of Siberian Federal University. – Biology 4. – 2008. – Вып. 1. – С. 390–399. – URL: <http://elib.sfu-kras.ru> (дата обращения: 16.09.2020).
2. Бачурина А. В., Куликова Е. А. Оценка качества среды на территории г. Новотроицка Оренбургской области по состоянию березы повислой // Леса России и хоз-во в них. – 2019. – Вып. 2 (69). – С. 30–37.
3. Здоровье среды: методика оценки / В.М. Захаров, А.С. Баранов, В.И. Борисов, А.В. Валецкий, Н.Г. Кряжева, Е.К. Чистякова, А.Т. Чубинишвили – М.: Центр экологической политики России, 2000. – 318 с.

УДК 378.14.015.62

В. В. Иванов  
(V. V. Ivanov)  
УГЛТУ, Екатеринбург  
(USFEU, Yekaterinburg)

**ФОРМИРОВАНИЕ НАВЫКОВ РАЦИОНАЛЬНОГО  
ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ В ПРОЦЕССЕ ПОДГОТОВКИ  
ОПЕРАТОРОВ МНОГООПЕРАЦИОННЫХ  
ЛЕСОЗАГОТОВИТЕЛЬНЫХ МАШИН НА КАФЕДРЕ ТОЛП  
(FORMATION OF ENVIRONMENTAL MANAGEMENT SKILLS IN THE  
PROCESS OF TRAINING OPERATORS FOR MULTI-OPERATION LOG-  
GING MACHINES AT THE TETM DEPARTMENT )**

*На примере опыта кафедры технологии и оборудования лесопромышленного производства рассмотрен процесс формирования навыков рационального природопользования при подготовке операторов многооперационных лесозаготовительных машин, способствующих повышению качественной структуры формируемого древостоя.*

*The process of forming the skills of rational nature management that contribute to improving the quality structure of the formed stand has been considered on the example of the Technology and Equipment for Timber Manufacturing Department experience of training operators for multi-operation logging machines.*

Одной из основных задач при освоении лесных древесных ресурсов является эффективное и рациональное планирование и управления ими

с учетом социально-экономических и лесоводственно-экологических аспектов.

В связи с тем, что функционально-динамические связи лесных экосистем между отдельными их компонентами не являются однородными и стабильными, в результате хозяйственного использования лесных территорий всегда происходит изменение их качественной структуры, которое может перевести ее в новый тип устойчивости или уничтожить ее.

Немаловажное значение при освоении лесных территорий имеют правильно подобранные технологии их освоения, а также исполнители и их квалификация.

Как правило, квалификацию исполнителя невозможно определить, основываясь только на уровне его образования. Даже имея на руках документ об образовании, исполнитель может часто допускать производственные ошибки при выполнении технологических операций, тем самым увеличивая вероятность первичного повреждения элементов лесного насаждения и рисков нанесения ущерба лесным экосистемам.

Проводимые в 2015–2020 гг. исследования со школьниками муниципальных общеобразовательных учреждений 9–11 классов и студентами 1–4 курсов УГЛТУ на кафедре технологии и оборудования лесопромышленного производства в «Уральском центре профессиональных компетенций Комацу-Лестех» по подготовке и обучению операторов многооперационных лесозаготовительных машин на тренажерах-симуляторах компаний Ponsse и Komatsu показали, что процесс обучения рабочей профессии «Машинист лесозаготовительных и трелевочных машин» [1, 2] является непростым и должен иметь индивидуальный и дифференцированный подход.

Индивидуальный подход предполагает дидактический метод воспитания и обучения, который заключается в учете личных особенностей будущего оператора (мышление, стремление к самообразованию, самовоспитание, самоопределение, профессиональная ориентация).

Дифференцированный подход в обучении предполагает выявление, учет и направленное развитие психофизиологических особенностей будущего оператора.

В октябре 2018 г. как некий промежуточный этап проводимых исследований была разработана методика по диагностике первичной психофизиологической степени пригодности оператора к обучению работе на многооперационных лесозаготовительных машинах на базе сопоставления индивидуальных особенностей в соответствии с требованиями профессии.

Основной целью предлагаемой методики является определение психофизиологических особенностей кандидата в операторы для коррекции процесса его обучения.



Для демонстрации данной методики рассмотрим группу студентов 1 курса направления подготовки 35.03.02 «Технология лесозаготовительных и деревоперерабатывающих производств (инженерное дело в лесопромышленном комплексе)» кафедры ТОЛП УГЛТУ (набор 2018 г.) и исследуем ее по критерию «Объем оперативной памяти» (рис. 1) по общепринятой в психологии методике [3].

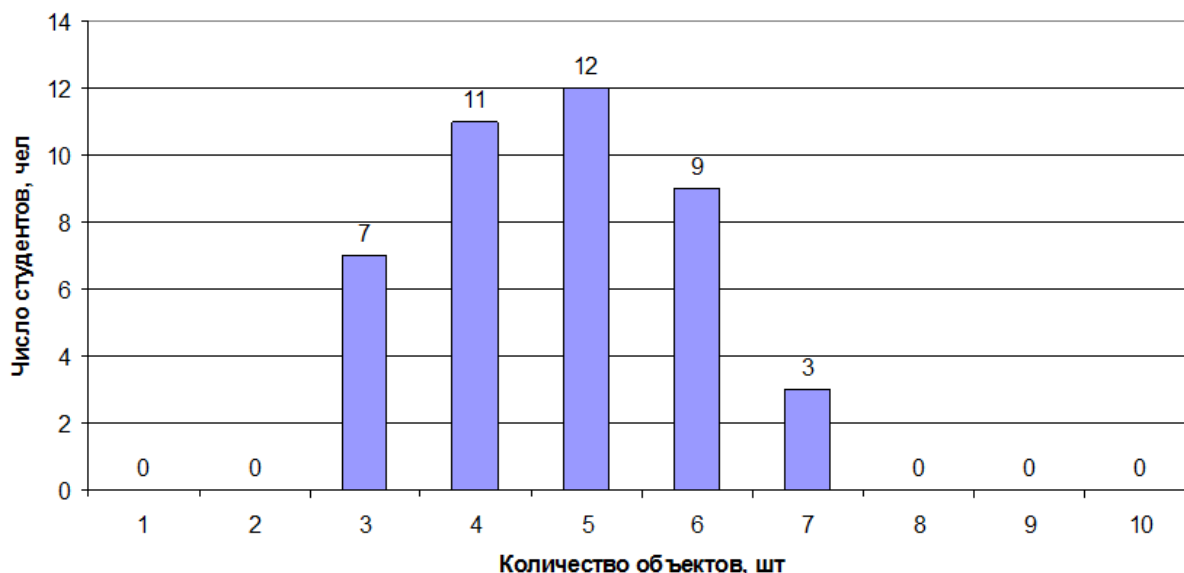


Рис. 1. Результаты исследования объема оперативной памяти у студентов

Далее продолжим исследование влияния объема оперативной памяти на производительность работы у студентов на тренажере-симуляторе многооперационной лесозаготовительной машины Komatsu в режиме Mixed Forest по критерию «Часовая производительность» (рис. 2) по общепринятой методике [4].

Из рис. 2 видно, что часовые производительности у студентов, которые могут удерживать в своей оперативной памяти 3 и 7 объектов, отличаются между собой на  $4,35 \text{ м}^3$ . Операторы на харвестере обычно работают по 20 ч в день 220 дней в году, следовательно, можно предположить, что у операторов, способных удерживать только 3 объекта в оперативной памяти, может произойти снижение годового объема заготовки древесины более чем на 90 тыс.  $\text{м}^3$ .

Оценивая уровень развития формируемых навыков работы студентов на тренажерах-симуляторах на многооперационных лесозаготовительных машинах (рис. 3) путем подсчета количества обрабатываемых деревьев за единицу времени на каждом занятии, видим, что студенты, способные удерживать до 7 объектов в оперативной памяти, по сравнению с теми, кто может удерживать только 3 объекта, в 2,5 раза больше заготавливают и обрабатывают деревьев, а также их прогресс в обучении и освоении приемов

работы на харвестере протекает намного быстрее и стремится к показателям работы профессиональных операторов.

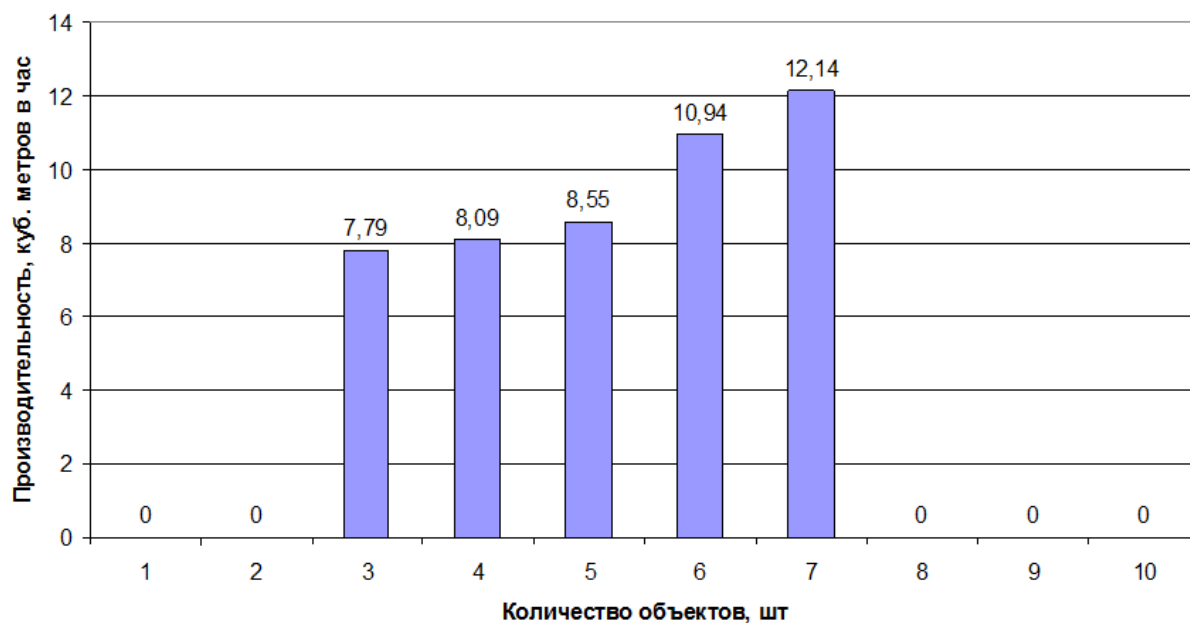


Рис.2. Результаты исследования часовой производительности работы студентов на харвестере

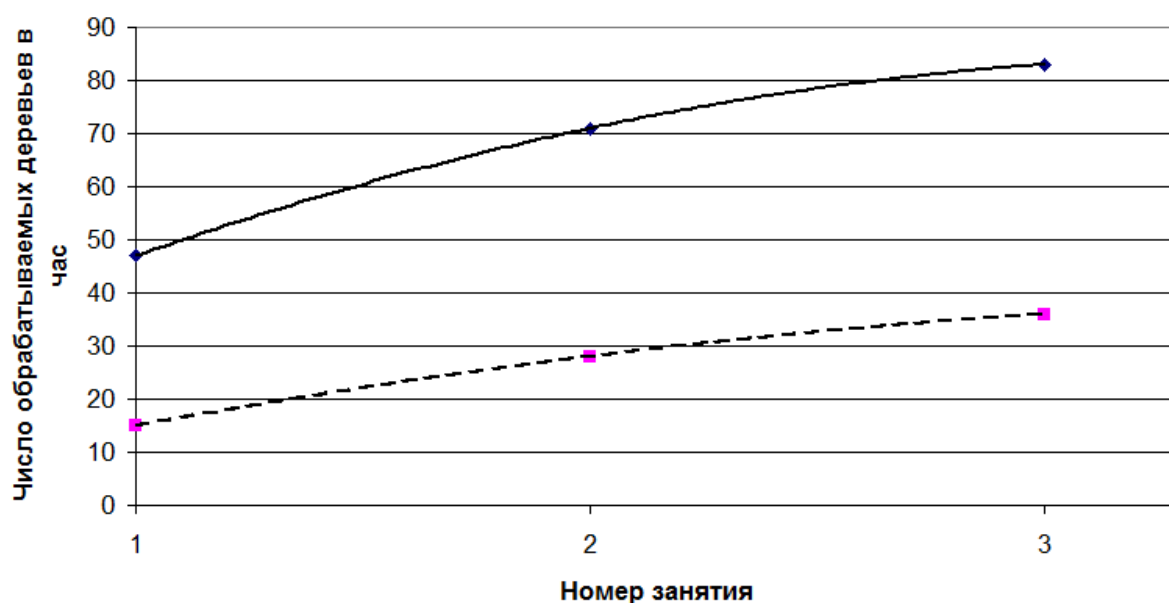


Рис.3. Результаты исследование уровня формируемых навыков работы на харвестере студентов, способных удерживать в оперативной памяти:  
 ——— 7 объектов; — — — 3 объекта

Исследование вероятности появления производственных ошибок, в результате которых появляются риски повреждения или нанесения ущерба

древостою в результате выполнения рубок студентами на харвестере, проводились на тренажере-симуляторе многооперационной лесозаготовительной машины Komatsu в режиме Mixed Forest.

Под производственной ошибкой понималось:

- 1) самопроизвольная неуправляемая валка дерева;
- 2) выпадение дерева из захвата харвестерной головки;
- 3) падение дерева в процессе валки на харвестер;
- 4) застревание дерева в других деревьях;
- 5) ударение харвестерной головкой о землю или рядом стоящее растущее дерево или деревья;
- 6) ударение манипулятором по рядом стоящему растущему дереву или деревьям;
- 7) падение дерева на манипулятор.

Анализируя полученные данные по количеству совершаемых производственных ошибок с учетом числа обрабатываемых деревьев в час (см. рис. 3), можно предположить, что вероятность появления технологических ошибок и рисков повреждения и нанесения ущерба в результате выполнения рубок студентами, способными удерживать до 7 объектов в оперативной памяти, по сравнению с теми, кто может удерживать только 3 объекта, составляет 13 и 78 % соответственно.

Таким образом, в рамках данной тематики при выборе и подготовке исполнителей для проведения рубок с целью заготовки древесины при рациональном природопользовании необходимо рассматривать ряд следующих вопросов.

1. Учебный процесс подготовки оператора многооперационных лесозаготовительных машин.

2. Диагностика первичной психофизиологической степени пригодности оператора к обучению работе на многооперационных лесозаготовительных машинах.

3. Анализ рисков нанесения ущерба в результате выполнения оператором многооперационных лесозаготовительных машин несплошных рубок.

4. Исследование вероятности первичного повреждения элементов леса оператором многооперационных лесозаготовительных машин при несплошных рубках.

5. Оценка принятия решения оператором многооперационных лесозаготовительных машин при одиночной валке деревьев с различными таксационными характеристиками.

Статья написана в рамках научной темы FEUG-2020-0013 «Экологические аспекты рационального природопользования» Уральского государственного лесотехнического университета.

*Библиографический список*

1. Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта среднего профессионального образования по профессии 151013.01 «Машинист лесозаготовительных и трелевочных машин» / Министерство образования и науки РФ: приказ от 2 августа 2013 г. № 835. – URL: <https://base.garant.ru/70442804/> (дата обращения: 12.10.2020).
2. Об утверждении профессионального стандарта «Машинист лесозаготовительной машины» / Министерства труда и социальной защиты РФ : приказ от 22 декабря 2014 г. № 1094н. – URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/70753792/> (дата обращения: 12.10.2020).
3. Воронин В.М. Психология решения оперативных задач в больших системах. Диагностика функционального состояния и обучение операторов: монография. – Екатеринбург: УрГУПС, 2016. – 249 с.
4. Сортиментная заготовка древесины: учеб. пособие / В.А. Азаренок, Э.Ф. Герц, С.В. Залесов, А.В. Мехренцев. – Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2015. – 140 с.

УДК 630.30

А. С. Клинов, А. И. Чермных  
(A. S. Klinov, A. I. Chermnykh)  
УГЛТУ, Екатеринбург  
(USFEU, Yekaterinburg)

**АНАЛИЗ НАСАЖДЕНИЙ ШАРТАШСКОГО ЛЕСОПАРКА  
Г. ЕКАТЕРИНБУРГА СВЕРДЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ  
(ANALYSIS OF SHARTASH FOREST PARK PLANTS  
IN YEKATERINBURG, SVERDLOVSK REGION)**

*Проанализированы насаждения Шарташского лесопарка. Получены основные показатели исследуемых насаждений для дальнейшего детального изучения в целях подготовки рекомендаций по обустройству лесного парка.*

*The plantations of the Shartash forest park are analyzed. The main indicators of the investigated plantings were obtained for further detailed study in order to prepare recommendations for the arrangement of the forest park.*

Шарташский лесной парк – одно из самых популярных и посещаемых природных мест в городе Екатеринбурге. Данный лесопарк является перспективным местом для развития туризма и рекреационных проектов в

настоящее время. По лесорастительному районированию, уточненному Г.А. Годоваловым, изучаемая территория расположена в горном подрайоне Средне-Уральского таежного района [1]. Выбор места исследования обусловлен высокой популярностью лесопарка среди городских жителей.

Целью исследований является изучение насаждений Шарташского лесопарка для написания рекомендаций по формированию привлекательных для посетителей и устойчивых к рекреационной нагрузке насаждений. Исследования были проведены на основе электронной базы данных лесопарка, полученной в результате предыдущего тура таксации [2].

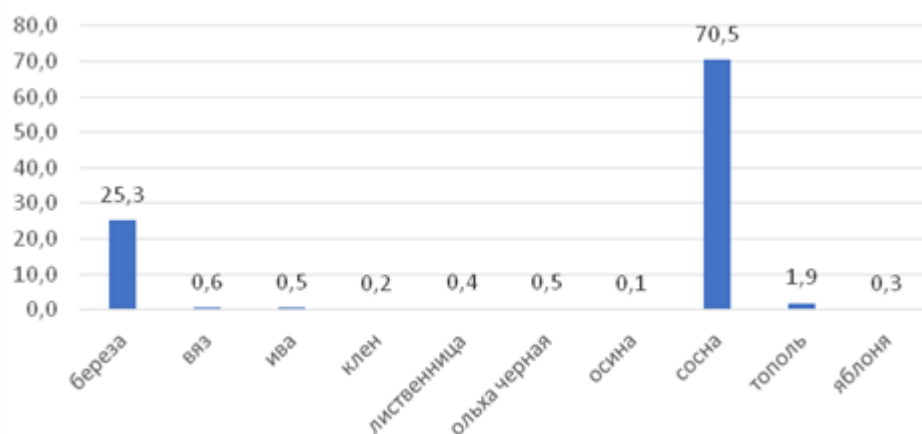
При анализе базы данных было проанализировано 580 выделов Шарташского лесопарка с использованием приложения МО Excel. Полученные данные распределения пород по классам возраста и занимаемой площади приведены в табл. 1.

Таблица 1

Распределение площади лесопарка по классам возраста  
и преобладающей породе насаждения, га

Преобладающая порода	Класс возраста										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Итог
Сосна	8,2	4,5	21,7	59,3	423,9	12,1	-	-	-	-	529,7
Береза	-	7,1	5,6	3,5	103,5	28,4	9,4	9,5	7,7	15,5	190,2
Тополь	-	-	-	0,8	7,7	3,7	1,8	-	-	-	14,0
Вяз	-	1,4	3,0	-	-	-	-	-	-	-	4,4
Ива	2,0	2,0	-	-	-	-	-	-	-	-	4,0
Ольха черная	-	-	1,5	-	0,5	1,4	-	-	-	-	3,4
Лиственница	-	-	3,0	-	-	-	-	-	-	-	3,0
Клен	0,2	1,0	-	-	-	-	-	-	-	-	1,2
Осина	0,4	0,2	-	-	-	0,3	-	-	-	-	0,9
Яблоня	-	0,3	-	-	-	-	-	-	-	-	0,3
<b>Общий итог</b>	<b>10,8</b>	<b>16,5</b>	<b>34,8</b>	<b>63,6</b>	<b>535,6</b>	<b>45,9</b>	<b>11,2</b>	<b>9,5</b>	<b>7,7</b>	<b>15,5</b>	<b>751,1</b>

Для удобного восприятия данные по распределению площади лесопарка по преобладающим древесным породам представлены в виде гистограммы в процентном соотношении (рисунок).



Распределение площади Шарташского лесопарка по преобладающим породам, %

По данным табл. 1 и гистограммы на изучаемом участке преобладают сосновые (70,5 %) и березовые насаждения (25,3 %). Древостои 5-го класса возраста занимают 71,3 % (535,6 га) от общей площади лесопарка. Насаждения 5-го класса возраста относятся к средневозрастной и приспевающей группам спелости. Насаждения данных групп спелости характеризуются оптимальными эстетическими и экологическими показателями для рекреационной территории.

Для более точного описания насаждений Шарташского лесопарка был проведен анализ распределения площади лесопарка по полноте и преобладающей породе. Данные представлены в табл. 2 [3].

Таблица 2

Распределение площади лесопарка по полноте и преобладающей породе насаждения, га

Порода древостоя	Полнота									
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Итого
Сосна	-	3,1	7,7	29,2	78,2	101,7	271,0	38,8	-	529,7
Береза	0,4	5,3	4,4	43,4	39,6	67,0	30,1	-	-	190,2
Тополь	-	0,7	-	2,8	1,6	5,3	3,6	-	-	14,0
Вяз	-	-	0,7	2,3	-	-	0,6	-	0,8	4,4
Ива	-	-	3,0	0,9	-	0,1	-	-	-	4,0
Ольха черная	-	-	0,5	1,5	-	1,4	-	-	-	3,4
Лиственница	-	-	-	-	-	0,4	1,4	1,2	-	3,0
Клен	-	-	-	0,7	-	0,5	-	-	-	1,2
Осина	-	-	-	-	0,9	-	-	-	-	0,9
Яблоня	-	-	-	-	-	0,3	-	-	-	0,3
<b>Итого</b>	<b>0,4</b>	<b>9,1</b>	<b>16,3</b>	<b>80,8</b>	<b>120,3</b>	<b>176,7</b>	<b>306,7</b>	<b>40,0</b>	<b>0,8</b>	<b>751,1</b>

По данным, приведенным в табл. 2, можно сделать вывод, что сосна занимает наибольшую площадь с полнотой 7 (101,7 га) и 8 (271,0 га). Такая полнота является идеальной для лесопарка, который выполняет рекреационную функцию. У березы наибольшая площадь древостоя с полнотой 7 (67,0 га), что также хорошо для данной территории.

В ходе дополнительных исследований был проведен анализ подлеска Шарташского лесопарка. Были выявлены виды древесных и кустарниковых растений и площадь, занимаемая этими видами. Данные представлены в табл. 3.

Таблица 3

Преобладающие породы подлеска, га

Породы подлеска	Преобладающие породы насаждения										
	Сосна	Береза	Тополь	Вяз	Ива	Ольха черная	Лиственница	Клен	Осина	Яблоня	Итого
Рябина	385,9	29	5,7	1,0	-	-	2,7	0,3	-	-	424,6
Отсутствует	51,6	92,8	3,2	0,5	3,9	1,9	-	0,2	-	-	154,1
Ива кустарн.	35,8	63,2	0,8	-	-	1,5	-	-	0,4	-	101,7
Малина	21,6	0,6	1,6	-	-	-	0,3	-	0,3	-	24,4
Смородина	14,5	0,4	-	2,3	-	-	-	-	-	-	17,2
Кизильник	8,8	0,6	-	-	-	-	-	-	-	-	9,4
Крушина	3,4	1,2	1,7	0,6	-	-	-	-	-	-	6,9
Липа	2,5	-	1,0	-	-	-	-	-	-	-	3,5
Ракитник	2,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
Клен	1,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,4
Шиповник	1,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,0
Боярышник	0,5	1,1	-	-	-	-	-	-	0,2	0,3	2,1
Яблоня	0,5	1,1	-	-	-	-	-	-	-	-	1,6
Акация желтая	0,2	-	-	-	0,1	-	-	-	-	-	0,3
Черемуха	-	0,2	-	-	-	-	-	0,7	-	-	0,9
<b>Итого</b>	<b>529,7</b>	<b>190,2</b>	<b>14,0</b>	<b>4,4</b>	<b>4,0</b>	<b>3,4</b>	<b>3,0</b>	<b>1,2</b>	<b>0,9</b>	<b>0,3</b>	<b>751,1</b>

Подлесок составляют 14 видов кустарников и деревьев. Рябина (424,6 га), ива кустарниковая (101,7 га) и малина (24,4 га) занимают наибольшую площадь подлеска. Площадь без подлеска достаточно большая – 154,1 га, что составляет 20,5 % от всей площади лесопарка.

У соснового древостоя наибольшую площадь занимает подлесок из рябины (385,9 га), у берёзового – без подлеска (92,8 %).

Произрастание рябины обыкновенной и сосны обыкновенной объясняется схожими условиями обитания. Оба вида предпочитают умеренно влажные почвы. Поэтому они часто встречаются как совместно произрастающие породы [4].

Из-за схожих требований к условиям окружающей среды ива и береза нередко произрастают на одной территории. Обе породы хорошо переносят влажные и заболоченные почвы [5].

По итогу исследования можно сделать следующие выводы.

1. Преобладающими породами в Шарташском лесопарке являются сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris*) и береза повислая (*Betula pendula*).

2. Насаждения с полнотой 7 и 8 занимают наибольшую площадь в лесопарке.

3. Преобладающими породами подлеска являются рябина обыкновенная (*Sorbus aucuparia*) и представители рода Ива (*Salix*).

Исследования по Шарташскому лесопарку будут продолжены в следующих работах для более детального изучения произрастающих насаждений и подготовки рекомендаций по обустройству лесного парка.

### *Библиографический список*

1. К вопросу о необходимости уточнения перечня лесных районов Свердловской области / Годовалов Г.А., Залесов С.В., Залесова Е.С., Чермных А.И. // Леса России и хоз-во в них. – 2016. – № 3 (58). – С. 12–19.

2. Барков В. Г., Родичкин И. Д., Пряхин В. Д. Лесопарки СССР. – М., 1976.

3. Губанов И.А. Определитель высших растений. – М., 1981.

4. Шанцер И.А. Растения средней полосы Европейской России: полевой атлас. – 2-е изд. – М.: Т-во науч. изд. КМК, 2007.

5. Пескова И.М. Растения России: определитель. – М.: АСТ, 2015.

УДК 528.88

П. А. Коковин, Е. В.Беляев  
(P. A. Kokovin, E. V. Belyaev)  
УГЛТУ, Екатеринбург  
(USFEU, Yekaterinburg)

### **ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ ДЛЯ ЦЕЛЕЙ УПРАВЛЕНИЯ ЗЕМЕЛЬНЫМИ РЕСУРСАМИ (PROSPECTS FOR USING UNMANNED AIRCRAFT FOR LAND RESOURCE MANAGEMENT)**

*Рассмотрены перспективы использования беспилотных летательных аппаратов для целей управления земельными ресурсам в сочетании с наземными наблюдениями, использованием ГНСС-технологий, цифровыми технологиями обработки снимков, использованием геоинформационных систем и геопортальных технологий визуализации полученной информации.*



*The article discusses the prospects for the use of unmanned aerial vehicles for land management purposes, in combination with ground-based observations, the use of GNSS technologies, digital technologies for image processing, the use of geographic information systems and geoportal technologies for visualizing the information received.*

Земельные ресурсы в современной экономической системе Российской Федерации являются объектом социально-экономических отношений (земельных отношений). Инструменты по рациональному устойчивому использованию земельных ресурсов охватывают все отрасли хозяйственной деятельности страны. Актуальность заявленной тематики обусловлена тем, что территория РФ составляет 1709,8 млн га [1]. Управление столь обширной территорией затруднено оперативностью получения информации, её точностью, временем обработки и представлением для анализа и принятия управленческих решений для всех заинтересованных сторон. Достаточно отметить, что инвентаризация земель государственного лесного фонда актуальна сегодня только на 20 % территории страны, а эта категория земель составляет 65,6 % всей территории. В связи с вышесказанным возникает вопрос – как управлять территорией, не имея объективной своевременной и достоверной информации о состоянии земельных ресурсов? Создание геоportала дежурных кадастровых карт стало своевременным, современным инструментом управления земельными ресурсами. Однако и здесь выявляются проблемы, связанные с точностью и достоверностью регистрируемой информации [2]. Более того, использование земельных ресурсов в области добычи полезных ископаемых создает массу экологических проблем, противоречащих экологической доктрине устойчивого развития страны. Например, для Свердловской области эта проблема особенно актуальна в связи с эксплуатацией месторождений за период более 300 лет развития горнодобывающих предприятий.

Чтобы оценить перспективы развития беспилотных летательных аппаратов (далее по тексту БПЛА), нужно сравнить их преимущества с такими у других средств сбора и обработки геодезической информации (таблица). Существенное преимущество БПЛА состоит в эксплуатационных расходах. Содержание и техническое обслуживание обходится значительно дешевле аналогичных расходов на пилотируемую авиацию. Причем во многом разница в расходах объясняется размерами снимаемой территории и особенностями технического задания на аэрофотосъемочные работы [3]. Приобретение БПЛА может себе позволить малый и средний бизнес. Это важно потому, что крупные предприятия, занимающиеся геодезическими работами, в большинстве случаев проигрывают в рентабельности среднему и малому бизнесу. Кроме того, пилотируемые летательные аппараты

привязаны к аэродромным службам обслуживания. Есть преимущества в получении точности и детальности геодезической информации.

Сравнение различных способов выполнения геодезических работ  
в масштабе 1:1000 с точностью до 5 см в плане и до 10 см  
по высоте объекта площадью 3500 га

Виды работ	С применением БПЛА и технологий ГНСС	Традиционная тахеометрия	Спутниковые измерения в режиме RTK
Полевые работы, продолжительность, дни	3	60	30
Количество исполнителей, чел.	1–2	6	2
Стоимость работ, руб./га	От 1200	7000	5000
Результаты	3Д-модель, ортофотоплан, топоплан, технический отчет, видео объекта	Топоплан, технический отчет	Топоплан, технический отчет
Преимущества	Отсутствие пропущенных объектов, низкая себестоимость и высокая производительность работ	Возможность выполнения работ в закрытой местности (под пологом лесной растительности)	Высокая точность

Особенно перспективно использование БПЛА при выполнении комплексных кадастровых работ [4]. При этом выявляется огромное количество кадастровых ошибок и нарушений земельного законодательства. Интересные результаты дают опытные съемки горных выработок, где использование традиционных методов невозможно по соображению безопасности. Большие преимущества в оперативности, точности и производительности кадастровых работ достигаются путем разумного сочетания ГНСС-технологий, использования БПЛА для аэрофотосъемки объектов и программных продуктов обработки и представления геодезической информации.

Где и как могут быть использованы БПЛА? Наиболее перспективные направления использования БПЛА – это решение следующих задач управления земельными ресурсами:

- 1) обследование и инвентаризация земель в сельском и лесном хозяйстве;
- 2) то же в энергетике и добыче полезных ископаемых;
- 3) в строительстве и девелопменте;
- 4) все виды земельно-кадастровых работ;
- 5) геодезические и топографические работы;
- 6) широкий спектр работ в природоохранной деятельности;
- 7) большой круг задач в принятии решений в чрезвычайных ситуациях (пожарные, полиция, МЧС, скорая помощь);
- 8) создание служб покомпонентного мониторинга земельных ресурсов (контроль за соблюдением агротехнических мероприятий, мониторинг деградации земельных ресурсов и соблюдения земельного законодательства);
- 9) использование в интересах государственных муниципальных служб;
- 10) развитие туристического кластера особо охраняемых территорий;
- 11) оперативное создание карт вегетационных индексов (NDVI) комплекса задач точного земледелия;
- 12) планирование и мониторинг археологических раскопок;
- 13) создание трехмерных моделей (развитие 3Д-кадастра).

На рисунке представлен фрагмент ортофотоплана территории, прилегающей ко второму учебному корпусу здания УГЛТУ. Метрические свойства ортофотоплана соответствуют масштабу плана 1:2000.



Фрагмент ортофотоплана территории, прилегающей  
к зданию второго учебного корпуса УГЛТУ

## Выводы

1. Согласно прогнозам японских экспертов, мировой рынок БПЛА к 2020 г. составит 20,5 млрд долларов США. Для сравнения это на 80 % больше, чем в 2015 г.
2. Доля БПЛА отечественного производства увеличится до 11 %. В 2020 г. доля БПЛА отечественного производства составит 40 %.
3. Перспективы развития БПЛА отечественного производства открывают реальные возможности реализации развития 3Д-кадастра в России.
4. Активное внедрение новых технологий позволит увеличить производительность труда при земельно-кадастровых работах в 5 и более раз по сравнению с традиционными наземными видами съемок. Это позволит более оперативно получать информацию по обновлению картографических материалов, созданию специализированных геопорталов различной направленности в различных отраслях народного хозяйства.
5. Использование цифровых технологий и алгоритмов многокритериальной оптимизации позволят принимать оптимальные решения в области управления земельными ресурсами.

## Библиографический список

1. Волков С. Н. Землеустройство: учебник для вузов. – М.: ГУЗ, 2013. – 992 с.
2. Акулова Е. А. О достоверности сведений о местоположении объекта недвижимости // Актуальные вопросы землепользования и управления недвижимостью: сб. ст. II нац. науч.-практ. конф. – Екатеринбург, 2020. – С. 88–96.
3. Бабашкин Н. М., Кдничанский С. А., Нехин С. С. Сравнение эффективности аэрофототопографической съёмки с использованием беспилотных и пилотируемых авиационных систем // Геопрофи. – 2017. – №1. – С. 14-19.
4. Алябьева А. Д., Кобзева Е. А., Струнина Е. Н. Опыт использования стерефотограмметрического метода при комплексных кадастровых работах. // Актуальные вопросы землепользования и управления недвижимостью: сб. ст. II нац. науч.-практ. конф. – Екатеринбург, 2020. – С. 97–104.

УДК 630.228.7

Д. А. Коновалова, Н. П. Братилова  
(D. A. Konovalova, N. P. Bratilova)  
СибГУ им. М. Ф. Решетнева, Красноярск  
(RSSU, Krasnoyarsk)

**РОСТ 41-ЛЕТНЕЙ СОСНЫ КЕДРОВОЙ СИБИРСКОЙ  
РАЗНЫХ ФОРМ В ПЛАНТАЦИОННЫХ КУЛЬТУРАХ  
ПРИГОРОДНОЙ ЗОНЫ КРАСНОЯРСКА**  
(THE GROWTH OF 41-YEAR-OLD SIBERIAN CEDAR PINE DIFFERENT  
FORMS IN PLANTATION CROPS OF SUBURBAN AREA  
OF KRASNOYARSK)

*Представлены результаты, полученные при обследовании деревьев сосны кедровой сибирской в 2019 г. в Учебно-опытном лесхозе СибГУ им. М.Ф. Решетнева. Приведены показатели роста и формирования фитомассы кроны деревьев разных форм, достигших 41-летнего биологического возраста.*

*The results obtained during the survey of Siberian pine trees in 2019 in the Educational and experimental forestry are presented. The indicators of growth and formation of phytomass of the crown for 41-year-old trees of different forms are given.*

Многими авторами рекомендуется при ранней диагностике посадочного материала сосны кедровой сибирской отбирать сеянцы по прямым признакам (скорость роста, накопление фитомассы) или косвенным, связанным с хозяйственно ценными показателями, например урожайностью [1–4].

При исследованиях роста сосны кедровой сибирской первого класса возраста, отселектированной по формовому разнообразию, было сделано предположение, что следует отдавать предпочтение экземплярам с большим числом семядолей серповидной формы и имеющим красноватую окраску подсемядольного колена [4]. В. Н. Воробьевым, Р. С. Хамитовым была выявлена связь числа семядолей всходов с высотой стволика, длиной основного корня и массой хвои четырехлетних сеянцев кедра сибирского в условиях интродукции [3].

Объектом исследований являлись плантационные культуры сосны кедровой сибирской, созданные в Караульном участковом лесничестве Учебно-опытного лесхоза Сибирского государственного университета науки и технологий им. акад. М. Ф. Решетнева. Семена для создания объекта были собраны в 1978 г. в Дивногорском лесхозе Красноярского края и посеяны весной 1979 г. после стратификации в траншеях [1].

В 2019 г. в плантационных культурах Учебно-опытного лесхоза СибГУ им. М. Ф. Решетнева проводились исследования роста и формирования фитомассы кроны сосны кедровой сибирской (*Pinus sibirica* Du Tour) 41-летнего биологического возраста, отобранной в однолетнем возрасте по формовой принадлежности. На объекте была проведена подеревная оценка с учетом высоты и диаметра ствола, длины хвои и продолжительности ее жизни, определена фитомасса хвои и ветвей в лабораторных условиях по методике пробных ветвей В. А. Усольцева, Н. П. Щерба [5]. Модельные ветви обмеряли и срезали по одному боковому побегу средних размеров из каждой мутовки. В лабораторных условиях с каждого модельного дерева отделяли хвою по каждой мутовке, ветке и году формирования. Очищенные от хвои боковые ветви расчленили по мутовкам. Каждая навеска была взвешена в абсолютно сухом состоянии, для чего образцы упаковывались в конверты из бумаги и высушивались при температуре 100–105 °С.

Чаще всего у сосны кедровой сибирской в природе встречаются всходы, сформировавшие от 9 до 12 семядолей. Реже семядолей у всходов бывает несколько меньше (7–8 шт.) или больше (13–17 шт.).

К 2019 г. растения, которые имели в однолетнем возрасте крайние значения количества семядолей (7 и 15–17 шт.), не сохранились, поэтому сбор данных осуществлялся с растений, имеющих от 8 до 14 семядолей на первом этапе отбора.

В 41-летнем возрасте деревья сосны кедровой сибирской достигли по диаметру ствола на высоте 1,3 м в среднем  $27,6 \pm 0,54$  см, по высоте –  $10,7 \pm 0,11$  м. В варианте с небольшим числом семядолей при отборе высота равнялась в среднем  $10,5 \pm 0,17$  м, у многосемядольной формы –  $10,8 \pm 0,14$  м (табл. 1).

Таблица 1

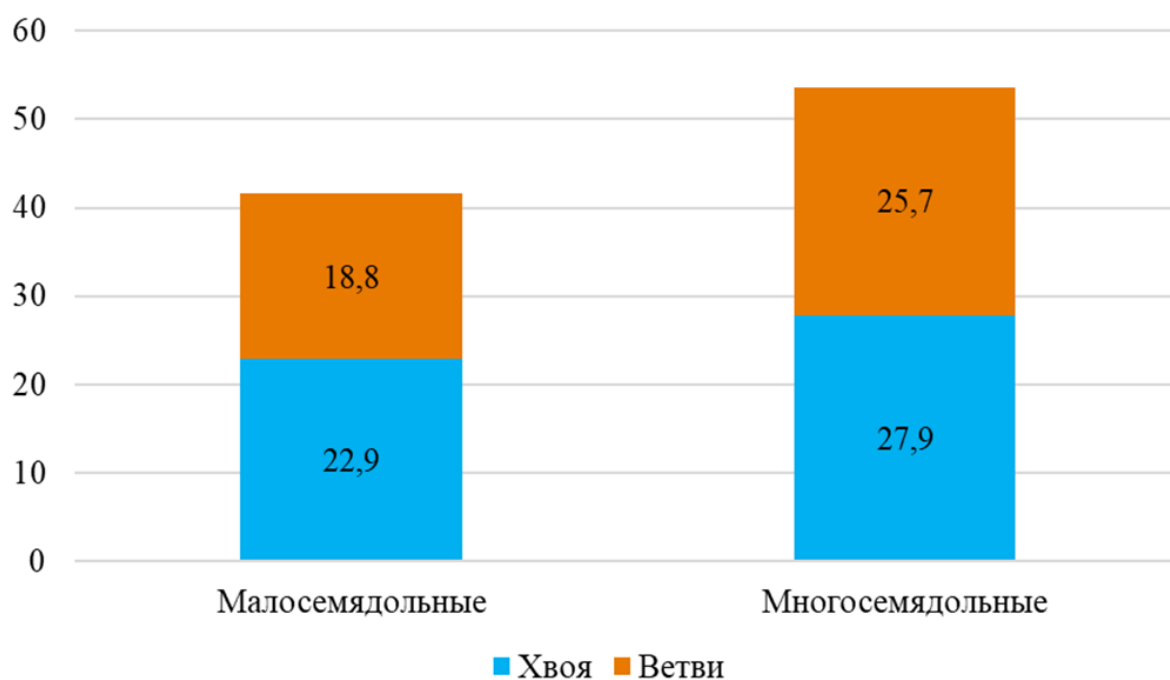
Показатели роста сосны кедровой сибирской  
разных форм по числу семядолей

Форма	$\bar{X}$	$\pm m$	$\pm \sigma$	V, %	P, %	$t_{\phi}$ при $t_{05} = 2,04$
Высота, м						
Малосемядольная	10,5	0,17	0,96	9,1	1,6	1,36
Многосемядольная	10,8	0,14	0,81	7,5	1,3	
Диаметр ствола, см						
Малосемядольная	26,4	0,82	4,66	17,7	3,1	2,33
Многосемядольная	28,9	0,69	4,22	14,6	2,5	

Можно отметить, что деревья сосны кедровой сибирской, формирующие в однолетнем возрасте большое число семядолей (13–14 шт.), сохраняют до 41-летнего биологического возраста лидирующее положение в росте по диаметру. Различия подтверждаются математической статистикой ( $t_f$  больше  $t_{табл}$ ).

Надземная фитомасса кроны деревьев сосны кедровой сибирской разных форм в абсолютно сухом состоянии приведена на рисунке.

Растения с большим числом семядолей при отборе имеют большую фитомассу (53,6 кг в а.с.с.) в сравнении с деревьями с меньшим числом семядолей (41,7 кг).



Фитомасса кроны сосны кедровой сибирской, отселектированной по числу семядолей всходов, кг в а.с.с.

Изучены показатели хвои у деревьев разных форм. Установлено, что нет достоверных различий по длине хвои между формами с разным числом семядолей при отборе. Средняя длина хвои колебалась в пределах 10,6–11,0 см (табл. 2).

Отмечена разная продолжительность жизни хвои в зависимости от формового разнообразия деревьев. Форма с 14 семядолями (многосемядольная) отличалась наибольшим сроком жизни хвои ( $5,0 \pm 0,48$  лет), что достоверно больше, чем у варианта с 10–11 семядолями при отборе ( $3,9 \pm 0,20$  лет).

Таблица 2

## Показатели хвои сосны кедровой сибирской разных форм

Число семядолей, шт.	Длина хвои, см	$t_{\phi}$	Продолжительность жизни, лет	$t_{\phi}$ при $t_{05} =$ $=1,99$
10–11	11,0±0,40	0,39	3,9±0,20	2,12
12–13	10,8±0,36	0,20	4,4±0,16	1,19
14	10,6±0,93	-	5,0±0,48	-

Таким образом, по литературным данным и результатам собственных исследований выявлено, что формовая принадлежность растений сосны кедровой сибирской оказывает влияние на рост и накопление фитомассы вплоть до 41-летнего возраста, однако с взрослением деревьев различия между ними по показателям роста сглаживаются.

*Библиографический список*

1. Братилова Н. П. Изменчивость кедра сибирского в плантационных культурах юга Средней Сибири в зависимости от формового разнообразия всходов и сеянцев. – Красноярск : СибГТУ, 2005. – 116 с.
2. Братилова Н. П., Матвеева Р. Н., Буторова О. Ф. Биология и формовое разнообразие сосны кедровой сибирской // Эко-Потенциал. – 2014. – № 1 (5). – С. 120-127. – URL:<https://elar.usfeu.ru/bitstream/123456789/3184/1/Bratilova.pdf>
3. Воробьев В. Н., Хамитов Р. С. Особенности роста сеянцев кедра сибирского, отличающихся количеством семядолей // Наука и инновации – 2013: матер. IX Междунар. науч.-практ. конф. – Пшемысль : Наука и исследования, 2013. – С. 7–10.
4. Изменчивость, отбор семенного потомства экотипов, плюсовых деревьев и формирование плантационных культур кедровых сосен в пригородной зоне Красноярска / Р. Н. Матвеева [и др.]. – Красноярск : СибГТУ, 2006. – 267 с.
5. Усольцев В. А., Щерба Н. П. Структура фитомассы кедровых сосен в плантационных культурах. – Красноярск : СибГТУ, 1998. – 134 с.



УДК 712.00, 712-1, 712.4, 711.73

П. В. Копылов

(P. V. Kopylov)

МФ МГТУ им. Н. Э. Баумана, Мытищи

(MB of Bauman BMSTU, Mytishchi )

# **ИССЛЕДОВАНИЕ ТИПОЛОГИИ ЭЛЕМЕНТОВ ОЗЕЛЕНЕНИЯ САДОВОГО КОЛЬЦА МОСКВЫ, ЕГО НОРМАТИВНЫХ БАЛАНСОВЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ**

(INVESTIGATION OF THE TYPOLOGY OF GARDENING ELEMENTS  
OF THE GARDEN RING OF MOSCOW, ITS NORMATIVE BALANCE  
INDICATORS)

*Проведено исследование озеленения Садового кольца Москвы в рамках капитального ремонта по государственной программе «Моя улица» в 2016–2017 гг., разработана типология применяемых элементов озеленения. Выявлена проблематика применяемых нормативных показателей озеленения.*

*A study of the landscaping of the Garden Ring of Moscow as part of a reconstruction project under the state program «My Street» in 2016–17. A typology of the elements of landscaping used was developed. The problematic of the applied normative indicators of greening is revealed.*

**Введение.** Создание комфортной городской среды, качественных объектов ландшафтной архитектуры являются важной актуальной и приоритетной задачей, решаемой на различных стадиях планировки, строительства и последующей эксплуатации общественных территорий, в которых немаловажную роль играет озеленение.

В работе проводится изучение функционального назначения озелененных территорий, отечественных и зарубежных теорий, нормативно-правовых документов, регламентирующих балансовое соотношение площадей озеленения.

На примере крупного городского уличного объекта - Садового кольца Москвы, реконструируемого по государственной программе «Моя улица» в 2016–2017 гг., рассмотрим пример изучения балансных характеристик объекта, оценим общие показатели магистрали. На основании полученных данных мы можем говорить о неравномерности озеленения Садового кольца и предложить рекомендации по выравниванию балансового показателя озеленения, а также расширению типологии применяемых ландшафтных архитектурных элементов.

**Роль городской зелени.** Как неотъемлемая часть городской экосистемы, зелень важна для стабильности и устойчивости городской среды. Городская зелень может поглощать углекислый газ и выделять кислород,

что очень важно для жителей. Наличие озеленения в городе помогает регулировать микроклимат и смягчать тепловой эффект. В жаркое лето кроны деревьев могут блокировать прямое солнечное излучение и создавать тень для пешеходов. Деревья помогают фильтровать загрязняющие вещества и частицы в воздухе. Способность фильтрации пропорционально увеличивается с увеличением области листовой пластины, а также таких характеристик листа, как шершавость, складчатость, наличие опушения, липкости [1]. Одна из ключевых способностей зеленых территорий состоит в их способности принимать на себя сток ливневых и поверхностных вод, чем существенно помогает при сильных дождях, особенно в условиях с большими водонепроницаемыми поверхностями городской среды. Контроль стока с водонепроницаемых дорожных покрытий за счет применения в том числе зеленых насаждений способствует также уменьшению эрозии почвы.

С точки зрения экономических выгод существующая городская зелень помогает повысить стоимость недвижимости. Городские зеленые зоны и лесопарки в центральных деловых районах положительно влияют на мнение людей о качестве среды и, кроме того, на реакцию и поведение потребителей [2]. Так, магазины вдоль улиц с различной уличной зеленью могут привлечь больше покупателей [2]. Кроме того, существующее озеленение помогает снизить потребление энергии летом, создавая тень и смягчая перегрев городской среды.

С точки зрения социальной выгоды городская зелень создает для жителей возможности для отдыха, физических упражнений, социальных мероприятий и контактов, стимулирует сенсорику человека. Все это дополнительно способствует психическому здоровью человека и уменьшает его агрессию. Зеленая среда способна защитить и освободить от требований и давления – то, что люди испытывают в повседневной жизни. Наличие зелени также создает ощущение безмятежности и помогает управлять своими мыслями и эмоциями.

Городская зелень создает оздоровительный эффект благодаря оптимизации микроклимата, санитарно-гигиенической функции и улучшению saniрующего эффекта [1]. Доступность зелени для людей положительно влияет на восстановительный, в том числе послеоперационный, потенциал и улучшает психологическое благополучие, снижает риск заболеваемости [3]. Городская зелень также обеспечивает целый ряд преимуществ для здоровья, содействуя занятиям на свежем воздухе.

Кроме того, зелень также добавляет эстетики городским территориям, в том числе и за счет принципов формирования, структуры и композиции, а также рационального размещения деревьев в соответствии с типом пространственной структуры [4]. Есть свидетельства того, что жизнь в более зеленой среде заставляет людей чувствовать себя ближе к природе. Городская зелень улиц вносит важный вклад в привлекательность и пешеходную доступность жилых улиц. Уличная зелень также обеспечивает

эстетические преимущества, визуально скрывая проезжающий транспорт. Эстетическая оценка жителями городских территорий с зеленью обычно выше, чем без нее. Привлекательность улицы с зеленью способствует увеличению количества пеших прогулок на свежем воздухе.

Однако не всегда при реконструкции и ремонте улиц и иных городских объектов устраиваются зеленые территории либо достаточное их количество, что в свою очередь, зависит от соблюдения и актуализации нормативной базы по озеленению, рассмотрению городской системы с учетом более полного круга пользователей, выравниванию балансовых показателей на основании комплексного ландшафтно-архитектурного анализа улиц [5].

Изучение балансовых характеристик озеленения одного многофункционального объекта – кольцевой магистрали – поможет проследить применяемые на практике стандарты озеленения.

**Методы.** В работе используются натурные методы по определению количественных характеристик элементов озеленения и аналитические исследования проектных материалов. Разработка типологии и систематизации элементов озеленения Садового кольца помогает оценить целостную ситуацию обеспеченности озелененными территориями улиц.

**Типология проведения исследования и рассмотрение результатов.** Работы по инвентаризации выполнялись согласно ранее принятому делению Садового кольца на сегменты (табл. 1).

Таблица 1

### Деление Садового кольца на сегменты

Нумерация сегментов	Место расположения линейных территорий	Длина сегмента, м
Сегмент 1	От Смоленской-Сенной пл. до ул. Новый Арбат	670
Сегмент 2	От ул. Новый Арбат до ул. Баррикадная	720
Сегмент 3	От ул. Баррикадная до ул. 1-й Ямской-Тверской	1390
Сегмент 4	От ул. 1-й Ямской-Тверской до ул. Долгоруковской	670
Сегмент 5	От ул. Долгоруковской до Самотечной пл.	1120
Сегмент 6	От Самотечной пл. до пр-та Мира	660
Сегмент 7	От пр-та Мира до пл. Красных Ворот	1090
Сегмент 8	От пл. Красных Ворот до ул. Покровка	780
Сегмент 9	От ул. Покровка до Серебрянической наб.	1540
Сегмент 10	От Никольямской наб. до Таганской пл.	1210
Сегмент 11	От Космодамианской наб. до ул. Новокузнецкая	1460
Сегмент 12	От ул. Новокузнецкая до Серпуховской пл.	790
Сегмент 13	От Серпуховской пл. до Октябрьской пл.	740
Сегмент 14	От Октябрьской пл. до Крымской наб.	800
Сегмент 15	От Фрунзенской наб. до Зубовской пл.	1110
Сегмент 16	От Зубовской пл. до Смоленской пл.	770
	Всего	15520

Первый этап по систематизации и типологии озеленения Садового кольца – натурные исследования: проводился подсчет общего количества элементов уличного озеленения, полученные данные вносились в специально разработанную инвентаризационную ведомость. Второй этап – камеральные работы по расчету площадей озеленения стандартизированных ландшафтных элементов, расчет количества деревьев и кустарников, а также анализ проектного и существующего озеленения.

Основой придорожного озеленения стали приподнятые приствольные группы, выполненные из сборных (прямых и радиусных) индивидуальных гранитных бортовых элементов, также называемых на стадии разработки проекта «кадками». Такие группы различаются по количеству высаживаемых в них деревьев и местоположению (ярусности в зависимости от близости к проезжей части). К первому ярусу (придорожному) относятся гранитные группы: на 1 дерево, на 3 дерева, на 5 деревьев (рисунок), ко второму ярусу – группа на 1 дерево.



Фото гранитной группы первого яруса на 5 деревьев

Для проведения натурных исследований применялась специально разработанная ведомость инвентаризации озеленения, составляемая по сегментам и с разбивкой по внешней и внутренней сторонам магистрали. В ведомость вносились элементы озеленения: гранитные группы двух ярусов с расчетом высаживаемых в них деревьев и кустарников, а также цветники и газоны. Балансовый показатель существующего озеленения получен путем оценки вошедших проектных площадей и расчетов не вошедших площадей с применением топографических материалов и спутниковых снимков. Балансовые показатели твердых покрытий были получены из проектных материалов. В результате итоговые актуализированные площадные значения вносились в сводную ведомость (табл. 2).

Таблица 2

Актуализированные сводные балансовые показатели Садового кольца

№	Наименование работ, материалов	Ед. изм.	Нумерация сегментов																Всего
			1 сегмент	2 сегмент	3 сегмент	4 сегмент	5 сегмент	6 сегмент	7 сегмент	8 сегмент	9 сегмент	10 сегмент	11 сегмент	12 сегмент	13 сегмент	14 сегмент	15 сегмент	16 сегмент	
1	Мощение	м <sup>2</sup>	52167	60791	82182	43085	101108	67763	80844	55623	104358	57528	52003	54487	49582	51338	85999	60027	1058885
		%	87.7	84.0	90.6	73.7	90,3	96,7	88.7	97,1	90,9	69.8	92.3	83.7	63.5	70.6	91.7	83.2	84.9
2	Озеленение	м <sup>2</sup>	7312,3	11626,7	8528,9	15349,7	10880,6	2279,6	10350,4	1665,9	10438,2	24926,4	4322,6	10590,9	28480,7	21402,8	7828,2	12150,5	188134,4
		%	12,3	16.0	9.4	26.3	9,7	3,3	11.3	2,9	9.1	30.2	7.7	16.3	26.5	29.4	8.3	16.8	15,1
	Общая площадь	м <sup>2</sup>	59479,3	72417,7	90710,9	58434,7	111988,6	70042,6	91194,4	57288,9	114796,2	82454,4	56325,6	65077,9	78062,7	72740,8	93827,2	72177,5	1247019,4
		%	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Результаты анализа обеспеченности озелененными территориями:

- по сегментам 3, 5, 6, 8, 9, 11, 15 значения показателей не превышают 10 %;
- по сегментам 1, 2, 7, 12, 16 значения показателей находятся выше 10 %, но не превышают 17 %;
- по сегментам 4, 10, 13, 14 значения показателей находятся выше 17 %, но не превышают 30,2 %.

**Выводы.** По результатам анализа сводных балансовых показателей установлено неравномерное распределение озелененных площадей по сегментам Садового кольца, где наименьшее значение озеленения составляет 2,9 % на 8 сегменте, а наибольшее – 30,2 % на 10 сегменте.

В процессе исследования и проверки табличных значений на соответствие их строительным нормам установлена невозможность оценки достаточности или недостатка озелененных территорий в связи с отсутствием таких нормативов. Существующие показатели для различных типов территорий, приведенных в МГСН 1.01-99, не учитывают большой комплексной территории, как Садовое кольцо, в планировочную структуру которого входят так называемые знаковые территории (площади, скверы, парки и сады), а также линейные участки. Данный «пробел» может являться отправной точкой по доработке и разработке универсальных показателей, учитывающих потребности более полного круга пользователей территории на многофункциональных уличных объектах, а также учета и практического применения более полного спектра элементов озеленения.

Также выявлено, что в расчете балансовых соотношений площадей озеленения и мощений важно отражение полноты сведений. Для этого необходимо включать в баланс все доступные для пешехода озелененные площади, находящиеся в общей планировочной структуре улицы и влияющие на оценку обеспеченности территорий улиц озеленением.

Исследование многофункциональной роли озелененных территорий в современной городской среде обретает большую актуальность в современных условиях. Благодаря санитарно-защитным, территориально-планировочным и иным утилитарным и эстетическим функциям зеленых насаждений при применении достаточных нормативных соотношений возможна организация комфортного пешеходного уличного пространства.

#### *Библиографический список*

1. Боговая И. О., Теодоронский В. С. Озеленение населенных мест: учеб. пособие для вузов. – М.: Агропромиздат, 1990. – 239 с.
2. Wolf K. L. Business district streetscapes, trees, and consumer response // Journal of Forestry. – 2005. – 103(8). – P. 396–400.
3. Махонин Е.В. Экологическая роль зеленых насаждений в защите окружающей среды от воздействий стрессовых факторов города: на при-

мере г. Орла: дис. ... канд. биол. наук: 03.00.16 / Махонин Евгений Владимирович. – Брянск, 2006.

4. Фролова В.А. Исследование структуры насаждений на общегородских объектах озеленения: на примере бульваров г. Москвы: дис. ... канд. с.-х. наук: 06.03.04 / Фролова Вера Алексеевна. –М.: МГУЛ, 2001.

5. Михайлов Е.С. Ландшафтно-архитектурный анализ улиц центральной части города Екатеринбурга. – Екатеринбург: УГЛТУ, 2020.

УДК 635.92

М. В. Кочергина, А. С. Юдина  
(M. V. Kochergina, A. S. Yudina)

ВГЛТУ имени Г. Ф. Морозова, Воронеж  
(VVSU named after G. F. Morozov, Voronezh)

# **ВИДОВОЕ РАЗНООБРАЗИЕ КУСТАРНИКОВ В ПАРКОВЫХ НАСАЖДЕНИЯХ ГОРОДА ВОРОНЕЖА (SPECIES DIVERSITY OF SHRUBS IN THE PARK STANDS OF VORONEZH CITY)**

*Рассмотрены проблемы видового разнообразия декоративных кустарников, используемых в парковых насаждениях города Воронежа. Определены виды, формы и сорта растений, указано их систематическое положение и происхождение. Проанализированы типы посадок кустарников и занимаемая ими площадь в пределах парковых территорий.*

*The problems of species diversity of ornamental shrubs used in Voronezh park plantations are considered. The types, forms and varieties of plants are defined, their systematic position and origin are indicated. The types of shrub plantings and the area occupied by them within the park territories are analyzed.*

Важнейшим элементом насаждений, своеобразным связующим звеном между древесным и травянистым ярусами растений являются кустарники. Обладая продолжительным периодом жизни и сравнительно быстрым сроком формирования, они незаменимы при создании эффектных и устойчивых композиций на территории общественных пространств и объектов индивидуальной застройки [1]. Особый интерес для ландшафтных дизайнеров представляют декоративные формы и сорта местных и интродуцированных кустарников, позволяющие обогатить архитектурный облик садово-паркового объекта.

Цель настоящей работы – оценить видовое (формовое, сортовое) разнообразие кустарников, используемых в парковых насаждениях города Воронежа, определить происхождение видов, а также проанализировать

существующие типы посадок декоративных кустарников. Исследования проводились в 2019–2020 гг. методом сплошного перечёта кустарников в парках «Дельфин», «Алые паруса», «Танаис», в парке имени Дурова и парке Победы. Названия видов, форм и сортов растений уточнялись с помощью атласов и справочников-определителей [2, 3].

Результаты исследований, включающие ассортимент кустарников, происхождение видов (форм, сортов), а также площадь, занимаемую каждым видом, представлены в таблице.

#### Ассортимент кустарниковых видов парковых насаждений г. Воронежа

Вид	Площадь, м <sup>2</sup> / % участия					Происхождение
	Та-наис	Парк им. Дурова	Парк Победы	Дельфин	Алые паруса	
1	2	3	4	5	6	7
Семейство Сосновые – <i>Pinaceae Lindl</i>						
Сосна горная – <i>Pinus mugo Turra</i>	-	-	-	-	6,0/0,8	Карпаты
Семейство Кипарисовые – <i>Cupressaceae Bartling</i>						
Туя западная «Смарагд» – <i>Thuja occidentalis «Smaragd»</i>	-	-	8,5/ 1,5	-	1,0/ 0,1	Дания, 1950
Т. западная «Даника» – <i>T. occidentalis «Danica»</i>	-	-	8,2/ 1,5	-	-	Дания, 1948
Т. западная «Глобоза» – <i>T. occidentalis «Globosa»</i>	-	-	-	-	5,5/ 0,7	Европа, 1874
Можжевельник казацкий – <i>Juniperus sabina L.</i>	-	-	4,0/ 0,7	-	3,0/0,4	Малая Азия, Сибирь, Европа
М. казацкий «Тамарисцифолия» – <i>J. sabina «Tamariscifolia»</i>	-	-	-	-	9,0/1,2	Азия, Европа, Сибирь
М. казацкий «Вариегата» – <i>J. sabina «Variegata»</i>	-	-	-	-	4,5/ 0,6	Англия, 1855
М. скальный «Скайрокет» – <i>J. scopulorum «Skyrocket»</i>	-	-	4,8/ 0,9	-	-	Северная Аризона, США
М. средний «Пфитцериана» – <i>J. media «Pfitzeriana»</i>	-	-	-	-	2,0/ 0,2	Германия
Семейство Барбарисовые – <i>Berberidaceae Juss</i>						
Барбарис Тунберга – <i>Berberis Thunbergii DC.</i>	-	-	-	-	9,5/ 1,2	Япония
Б. обыкновенный – <i>B. vulgaris L.</i>	-	-	-	-	4,0/ 0,5	Крым, Кавказ, Европа
Семейство Ильмовые – <i>Ulmaceae Mirb</i>						
Вяз приземистый – <i>Ulmus pumila L.</i>	566,8/ 17,3	-	-	11,0/ 7,9	-	Вост. Сибирь, Дальний Восток
Семейство Лещиновые – <i>Corylaceae Mirb</i>						
Лещина обыкновенная – <i>Corylus avellana L.</i>	1,0/ 0,1	-	-	-	-	Европ. часть России, Крым



Продолжение таблицы

1	2	3	4	5	6	7
Семейство Гортензиевые – <i>Hydrangeaceae Dumort</i>						
Чубушник венечный – <i>Philadelphus coronarius L</i>	2,0/ 0,1	-	105,5/ 19,1	-	5,5/ 0,7	Западная Европа
Гортензия метельчатая «Киушу» – <i>Hydrangea paniculata «Kyushu»</i>	-	-	-	-	4,0/0,5	Япония
Семейство Крыжовниковые – <i>Crossulariaceae DC</i>						
Смородина золотистая – <i>Ribes aureum Pursh.</i>	4,8/ 0,1	-	-	-	-	Северная Америка
Семейство Розоцветные – <i>Rosaceae Juss</i>						
Пузыреплодник калинолистный – <i>Physocarpus opulifolius L.</i>	-	-	-	10,4/ 7,5	-	Северная Америка
Спирея Вангутта – <i>Spiraea vanhouttei (Briot)</i>	1138, 1/34,8	128,2/ 67,7	-	45,9/ 33,0	82,9/ 10,6	Франция
С. японская «Литтл Принцесс» – <i>S. japonica «Little Princess» L.</i>	-	-	64,8/ 11,7	-	27,0/3,4	Голландия, Германия
С. японская «Антони Ватерер» – <i>S. japonica «Anthony Waterer»</i>	-	-	-	-	13,5/ 1,7	Европа
С. японская «Атросангвинеа» – <i>S. japonica «Atrosangvinea»</i>	-	-	-	-	52,9/ 6,7	Япония
С. японская «Голден Принцесс» – <i>S. japonica «Golden Princess»</i>	-	-	-	-	11,0/1,4	Япония
Кизильник блестящий – <i>Cotoneaster lucidus Schlecht</i>	136,3/ 4,2	37,4/ 19,7	312,9/ 56,6	53,2/ 38,2	300,0/ 38,2	Восточная Сибирь
Ирга круглолистная – <i>Ame- lanchier ovalis Medik</i>	354,3/ 10,8	-	-	-	-	Малая Азия, Ср. и Юж. Европа
Боярышник однопестичный – <i>Crataegus monogyna Jacq</i>	2,0/ 0,1	-	-	-	-	Крым, Кавказ, Зап. Европа
Роза морщинистая – <i>Rosa rugosa Thunb</i>	-	-	-	-	22,3/ 2,8	Юг Камчатки, Сахалин, Корея
Роза собачья – <i>Rosa canina L.</i>	14,5/ 0,4	-	-	-	-	Крым
Роза Воронежская – <i>Rosa canina L. «Meilland»</i>	-	-	-	-	90,0/ 11,4	Франция
Почвопокровные розы «Fiona» – <i>Rosa acicularis Lindl</i>	-	-	-	-	50,0/6,4	Франция
Роза канадская «Морден Сан-райз» – <i>Rose «Morden Sunrise»</i>	-	-	12,0/ 2,2	-	-	Канада
Вишня войлочная – <i>Cerasus to- mentosa Wall</i>	55,6/ 1,7	-	-	0,5/ 0,4	-	Китай, Япония
Черёмуха обыкновенная – <i>Padus avium Mill</i>	-	-	-	3,3/ 2,4	9,8/1,2	Сибирь, Зап. Европа, Гималаи
Лапчатка кустарниковая – <i>Po- tentilla fruticosa L.</i>	-	-	3,0/ 0,5	-	-	Зап. Европа, Кавказ, Ср. Азия

Окончание таблицы

1	2	3	4	5	6	7
Семейство Клёновые – <i>Aceraceae</i> Juss						
Клён татарский – <i>Acer tataricum</i> L.	6,5/ 0,2	-	-	-	-	Европ. часть России, Кавказ
Семейство Кизилые – <i>Cornaceae</i> Dumort						
Свидина кроваво-красная – <i>Swida sanguinea</i> L.	56,6/ 1,7	-	1,0/ 0,2	-	1,5/0,2	Центр. Европа, Сибирь
Дёрен белый – <i>Cornus alba</i> L.	-	-	18,2/ 3,3	-	-	Сибирь, Япония, Китай, Корея
Д. белый «Гухалти»- <i>C. alba</i> « <i>Gouchaultii</i> »	-	-	8,1/ 1,5	-	-	Китай, Корея, Монголия
Д. белый «Сибирика» – <i>C. alba</i> « <i>Sibirica</i> »	-	-	1,5/ 0,3	-	2,5/ 0,3	Сибирь, Корея, Китай
Д. белый «Элегантиссима» – <i>C. alba</i> « <i>Elegantissima</i> »	-	-	-	-	17,0/ 2,2	Азия
Семейство Бересклетовые – <i>Celastraceae</i> R. Br.						
Бересклет бородавчатый – <i>Euonymus verrucosa</i> Scop.	-	-	-	-	4,0/0,5	Юго-Восточная Европа
Семейство Жимолостные – <i>Caprifoliaceae</i> Juss.						
Бузина обыкновенная – <i>Sambucus racemosa</i> L.	-	9,4/4,9	-	-	-	Западная Европа
Снежноягодник белый – <i>Symphocarpus albus</i> L.	-	4,3/2,2	-	-	-	Северная Америка
Семейство Калиновые – <i>Viburnaceae</i> Dum.						
Калина обыкновенная «Бульде- неж» – <i>Viburnum opulus</i> L. « <i>Roseum</i> »	-	-	-	-	12,8/ 1,6	Франция
Семейство Маслиновые – <i>Oleaceae</i> Hoffm. et Link.						
Сирень обыкновенная – <i>Syringa</i> <i>vulgaris</i> L.	932,2/ 28,5	-	-	15/ 10,7	32,3/ 4,1	Малая Азия
Бирючина обыкновенная – <i>Ligustrum vulgare</i> L.	-	10,1/ 5,3	-	-	-	Малая Азия, Европа

Как видно из таблицы, в парковых насаждениях были определены более 40 видов, форм и сортов декоративных кустарников, относящихся к 14 семействам. При этом участие хвойных растений составляет менее 15 %, это представители двух семейств – Сосновые и Кипарисовые. Доминирующими (более 85 %) среди кустарников на территории парков как по количеству видов, так и по занимаемой площади являются лиственные растения, относящиеся к 12 семействам.

Наибольшее видовое разнообразие отмечено в семействах Кипарисовые, Розоцветные и Кизилые. По одному виду кустарников было определено в семействах Калиновые, Сосновые, Бересклетовые, Клёновые, Крыжовниковые, Ильмовые и Лещиновые. Такие семейства, как Масли-

новые, Жимолостные, Барбарисовые и Гортензиевые, занимают промежуточное положение.

Богатым формовым и сортовым разнообразием среди лиственных кустарников отличается спирея японская – в парках произрастают 4 декоративные формы, одна из которых – *f. Little Princess* – была выведена селекционерами из 3 стран с разницей в несколько лет (Голандия 1964, Германия 1970, Англия 1978). Остальные формы данного вида имеют японское и европейское происхождение. Из хвойных кустарников наибольшим видовым и сортовым разнообразием отличаются туя западная (*f. Danica, Smaragd, Globosa*) и можжевельник казацкий (*f. Tamariscifolia, Variegata*).

Исследования показали, что в парковых насаждениях города Воронежа преимущественно используются интродуценты. Их участие составляет более 90 %, тогда как участие представителей местной флоры – менее 9 %. Местные виды кустарников представлены в двух из пяти обследованных парков – «Танаис» (роза собачья, клен татарский, лещина обыкновенная) и «Алые паруса» (барбарис обыкновенный).

Наибольшее количество видов, произрастающих в парках, имеет европейское и азиатское происхождение – на каждую группу приходится по 17 %. Следует отметить, что из азиатских видов 56 % приходится на Малую Азию, 33 % завезены из Восточной Азии и 11 % – из Средней Азии. В Европе определяются четыре региона: Западная Европа – участие видов составляет 42 %, Средняя и Южная Европа – по 25 % и Восточная Европа – 8 %. Низкая доля участия приходится на сибирские виды – 11 %, на Северную Америку – 7 % и на Дальний Восток – 4 %. Важно отметить, что заметная доля участия принадлежит искусственно выведенным формам и сортам – 44 %.

Наиболее распространённым видом кустарника, который встречается на территории всех пяти парков, является кизильник блестящий. Его участие варьируется в пределах от 4,2 % (парк «Танаис») до 56,6 % (парк Победы). Спирея Вангутта была отмечена на четырёх объектах с участием от 10,5 % (парк «Алые паруса») до 67,7 % (парк им. Дурова).

Оценивая видовое разнообразие кустарников в отдельных парках, можно отметить, что наибольшее число видов, форм и сортов (27) сосредоточено на территории парка «Алые паруса», тогда как в парке им. Дурова произрастают только 5 видов кустарников.

Доминирующим типом кустарниковых посадок являются живые изгороди, реже встречаются группы, рядовые посадки и солитеры. Единично кустарники используются в цветниках.

Проведённые исследования позволяют заключить, что ассортимент кустарников парковых насаждений города Воронежа составляют более 40 видов, декоративных форм и сортов, среди которых преобладают интродуценты. Сочетание хвойных, красивоцветущих, декоративно-лиственных видов, а также растений с яркими плодами обеспечивает

эстетическую привлекательность и экологическую значимость парковых насаждений.

*Библиографический список*

1. Srodnykh T. B., Vishnyakova S. V., Luganskaya S. N. Invasive plant species in the forest parks of Yekaterinburg // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. – 2019. – Vol. 316. – Iss. 1. – № 12069.
2. Сапелин А.Ю., Лысиков А. И., Баженов Ю. А. Атлас-определитель. Декоративные деревья и кустарники. – М.: Фитон XXI, 2017. – 240 с.
3. Плантариум. Определитель растений on-line // Открытый атлас со- судистых растений России и сопредельных стран. – URL: <http://www.plantarium.ru>

УДК 630\*234

Н. А. Кряжевских, И. А. Панин, В. Н. Луганский  
(N. A. Kryazhevskikh, I. A. Panin, V. N. Lugansky)  
УГЛТУ, Екатеринбург  
(USFEU, Yekaterinburg)

**СОСТОЯНИЕ ЛЕСОВОССТАНОВЛЕНИЯ  
НА ПЛОЩАДЯХ, ПРОЙДЕННЫХ СПЛОШНЫМИ РУБКАМИ  
В УСЛОВИЯХ ЕЛЬНИКА ЛИПНЯКОВОГО  
(STATUS OF REFORESTATION ON THE AREAS TRAVERSED CLEAR  
CUTTING IN THE CONDITIONS OF SPRUCE-LIPNYAGOVA)**

*Проведены исследования состояния естественного лесовосстановле- ния на площадях, пройденных сплошными рубками, в условиях Чусовского лесничества Пермского края. Отмечено успешное лесовосстановление об- следованных площадей хвойными породами с увеличением давности рубки.*

*Studies of the state of natural reforestation on areas covered by continuous logging in the conditions of the chusovsky forest area of the perm region were carried out. Successful reforestation of the surveyed areas with coniferous spe- cies with an increase in the age of felling was noted.*

Исследования выполнены на территории Чусовского лесничества Пермского края. Были обследованы площади, пройденные сплошными рубками различной давности. Для оценки успешности лесовосстановления на площадях, пройденных сплошными рубками, было заложено 11 проб-ных площадей (ПП) в типе леса ельник липняковый. По лесорастительному районированию Чусовское лесничество расположено в Средне-Уральском таёжном районе таёжной зоны [1]. Для данных

лесорастительных условий, согласно нормативным документам [2], успешным может считаться естественное лесовосстановление в количестве для ели и пихты в липняковом типе леса более 2,0 тыс. шт./га.

Для изучения естественного лесовосстановления на ПП закладывались учётные площадки. Учёт подроста проводился по породам, категориям крупности и жизнеспособности.

Оценка успешности лесовосстановления до проведения сплошных рубок была проведена по данным таксационного описания (табл. 1).

Для определения успешности лесовосстановления мелкий и крупный подрост пересчитывался в крупный с применением коэффициентов 0,5 и 1,0 соответственно [2]. До проведения сплошных рубок на 8 из 11 ПП наблюдалось успешное лесовосстановление хвойными породами, а на 3 ПП было отмечено недостаточное количество подроста, для того чтобы считать лесовосстановление успешным.

Таблица 1

Успешность лесовосстановления на ПП до проведения сплошных рубок

№ ПП/ год рубки	Состав под- роста	Количество подроста по группам высот		В пересчёте на крупный	Оценка успеш- ности возобнов- ления
		мелкий	крупный		
2/2017	8Е2П	357	1143	1321	Недостаточное
3/2017	6Е4П	686	2314	2627	Недостаточное
4/2017	7Е3П	572	1428	1714	Успешное
6/2017	5Е5П	500	1500	1750	Недостаточное
11/2016	7Е3П	1440	2560	3280	Успешное
12/2016	8Е2П	1400	1600	2300	Успешное
13/2016	7Е3П	1400	1600	2300	Успешное
14/2015	9Е1П	1440	2560	3280	Успешное
15/2015	8Е2П	1560	2440	3220	Успешное
16/2014	5Е5П	1419	2881	3590	Успешное
17/2014	5Е5П	1720	2580	3440	Успешное

Полученные данные учёта подроста на пробных площадях, пройденных сплошными рубками, указывают, что в липняковом типе леса Чусовского лесничества на всех ПП подрост распределялся на две категории высот – мелкий и крупный – с преобладанием в составе подроста ели (табл. 2). И на всех обследованных ПП после проведения сплошных рубок преобладает крупный по высоте подрост, а количество мелкого подроста закономерно уменьшается с увеличением давности рубки [3].

Таблица 2

Успешность лесовосстановления на ПП после проведения сплошных рубок

№ ПП/ год рубки	Состав под- роста	Количество подроста по группам высот		В пересчёте на крупный	Оценка успеш- ности возобнов- ления
		мелкий	крупный		
2/2017	7ЕЗП	250	800	925	Недостаточное
3/2017	7ЕЗП	480	1620	1860	Недостаточное
4/2017	7ЕЗП	400	1000	1200	Недостаточное
6/2017	7ЕЗП	350	1050	1225	Недостаточное
11/2016	6Е4П	1000	1800	2300	Успешное
12/2016	6Е4П	1130	1670	2235	Успешное
13/2016	6Е4П	1130	1670	2235	Успешное
14/2015	6Е4П	1000	1800	2300	Успешное
15/2015	6Е4П	1100	1700	2250	Успешное
16/2014	7ЕЗП	1000	2000	2500	Успешное
17/2014	7ЕЗП	1200	1800	2400	Успешное

Исследования показали, что на 7 пробных площадях из 11 наблюдается успешное лесовосстановление хвойными породами елью и пихтой, а на 4 количества подроста недостаточно, чтобы считать лесовосстановление успешным [4].

Таким образом, в липняковом типе леса Чусовского лесничества на площадях, пройденных сплошными рубками большой давности, наблюдается успешное лесовосстановление хвойными породами. Данное обстоятельство указывает на то, что даже в высокоторфных условиях ельника липнякового при проведении сплошных рубок возможно сохранение достаточного количества подроста хвойных пород, чтобы считать лесовосстановление успешным. На площадях, пройденных рубками, где количества подроста недостаточно для того, чтобы считать лесовосстановление успешным, возможно назначение мер по содействию естественному возобновлению или создание лесных культур. С целью предотвращения за-растания вырубki нежелательной травянистой растительностью возможно назначение лесоводственных уходов за сохранённым подростом и молодняком.

### Библиографический список

1. Об утверждении перечня лесорастительных зон Российской Федерации и Перечня лесных районов Российской Федерации: приказ Минприроды России от 18.08.2014 № 367. – URL: <http://www.doos.cntd.ru>
2. Об утверждении Правил лесовосстановления, состава проекта лесовосстановления, порядка разработки проекта лесовосстановления и внесе-

ния в него изменений: приказ Минприроды России от 25.03.2019 № 188. – URL: <http://consultant.ru>

3. Кряжевских Н.А., Сорокин И.В. Состояние лесовосстановления после пожаров и сплошных рубок в условиях сосняков и березняков разнотравного типа леса // Леса России и хоз-во в них. – 2020. – № 2 (73). – С. 73–79.

4. Белов Л.А., Вараксина Р.А. Лесообразовательный процесс на сплошных вырубках Сысертского лесничества // Леса России и хоз-во в них. – 2018. – № 3 (66). – С. 37–44.

УДК 581.522.4

Е. В. Лисотова, Л. Н. Сунцова, Е. М. Иншаков  
(E. V. Lisotova, L. N. Suntsova, E. M. Inshakov)  
СибГУ им. М. Ф. Решетнева, Красноярск  
(RSSU, Krasnoyarsk)

# **ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ НАСАЖДЕНИЙ *POPULUS BALSAMIFERA* L. В УСЛОВИЯХ ТЕХНОГЕННОЙ СРЕДЫ Г. КРАСНОЯРСКА** (ASSESSMENT OF THE STATE OF *POPULUS BALSAMIFERA* L. PLANTS IN THE CONDITIONS OF A TECHNOGENIC ENVIRONMENT IN KRASNOYARSK CITY)

*Приводятся результаты исследований состояния насаждений Populus balsamifera L. в условиях атмосферного загрязнения г. Красноярска. Установлено, что, несмотря на низкие показатели жизненного состояния, рост и развитие данного вида под воздействием урбосреды не нарушаются, что свидетельствует о его высокой устойчивости к техногенному загрязнению.*

*The research results of plantations state of Populus balsamifera L. in the conditions of atmospheric pollution in Krasnoyarsk are presented in the article. It was established that, despite the low indicators of the vital state, the growth and development of this species under the influence of the urban environment are not disturbed, which indicates its high resistance to technogenic pollution.*

Одним из наиболее эффективных и экономичных способов повышения комфорта и качества городской среды являются зеленые насаждения. Роль городских насаждений велика и многогранна, они выполняют важные архитектурные, эстетические, эмоционально-психологические функции, однако для создания условий, благоприятных для жизни человека, наиболее значима их санитарно-гигиеническая функция. Растительность формирует особый микроклимат городских территорий: изменяет температурный

и радиационный режимы, снижает силу ветра и шум, очищает, увлажняет и обогащает кислородом атмосферу городов. Выступая в роли своеобразного живого фильтра, растения поглощают из воздуха разные вредные и токсические химические вещества [1, 2].

Однако условия городской среды влияют и на сами растения, вызывая у них нарушение физиологических процессов, анатомических структур и, как следствие, ухудшение состояния и снижение их декоративности, продолжительности жизни [1, 3]. Выявление адаптивных механизмов растений к урбанизированной среде является основой рационального подхода к формированию видового состава зеленых насаждений.

Целью настоящего исследования явилось изучение адаптивных реакций растительного организма в условиях городской среды на основе характеристики жизненного состояния и биометрических показателей однолетних побегов.

В качестве объекта исследования были выбраны магистральные насаждения тополя бальзамического (*Populus balsamifera* L.), который в озеленительных посадках г. Красноярска является доминантом. [4]. Пробные площади были заложены в двух районах г. Красноярска – Октябрьском и Ленинском. В качестве контроля выступили насаждения тополя бальзамического, произрастающие в условно экологически чистом районе г. Красноярска – Академгородке.

Оценку жизненного состояния насаждений проводили по методике В. А. Алексеева [5]. Для определения биометрических показателей (длина годичного побега, количество и площадь листьев) на каждой пробной площади было отобрано по 10 модельных деревьев, измерения показателей проводились в 10-кратной повторности.

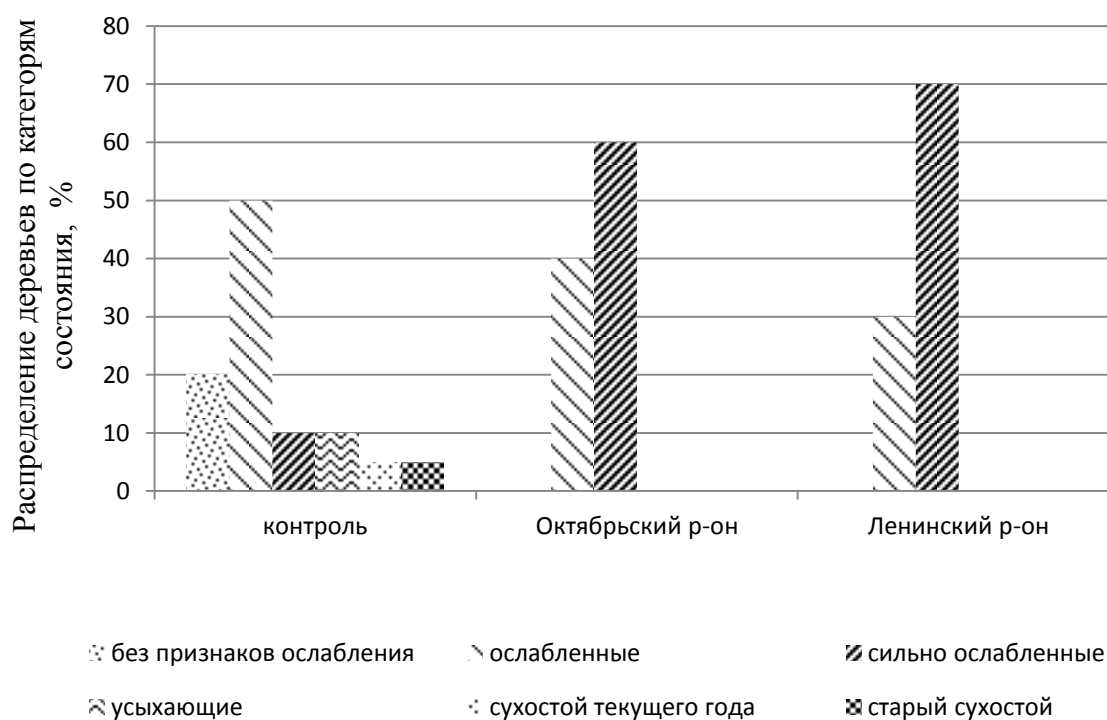
Как показали исследования, насаждения тополя бальзамического, произрастающего в г. Красноярске, имеет низкие показатели жизненного состояния (рисунок). Это в первую очередь обусловлено высокой пораженностью листьев минерами, кроме того, были обнаружены механические повреждения ветвей и стволов, плодовые тела грибов на стволах, усыхающие ветви в кронах деревьев.

На пробных площадях особи тополя бальзамического распределились между двумя категориями жизненного состояния: «ослабленные» с преобладанием категории «сильно ослабленные». В связи с тем, что деревья с явными признаками оперативно удаляются из магистральных насаждений, особей категорий «усыхающие», «сухостой текущего года» и «старый сухостой» обнаружено не было.

На контрольной пробной площади были обнаружены деревья всех шести категорий состояния, однако 70 % особей отнесены к категориям «без признаков ослабления» и «ослабленные», что, вероятно, связано с более комфортными условиями произрастания вида вдали от крупных магистралей и промышленных предприятий. Присутствие особей с явными



признаками усыхания – «сухостой текущего года» и «старый сухостой», по-видимому, связано с несвоевременным уходом за обследованными насаждениями.



#### Жизненное состояние тополя бальзамического в г. Красноярске

Результаты изучения биометрических показателей тополя бальзамического в условиях г. Красноярска представлены в таблице.

#### Биометрические показатели годичных побегов тополя бальзамического в условиях г. Красноярска

Показатели	Контроль	Октябрьский р-он	Ленинский р-он
Длина побега, см	5,15± 1,16	7,45± 1,11	8,48±1,33
Количество листьев на побеге, шт.	6,1± 0,99	6,25± 0,94	6,2± 0,71
Суммарная площадь листьев на побеге, см <sup>2</sup>	180,45± 31,05	203,7±33,87	195,05± 27,78
Площадь одного листа, см <sup>2</sup>	28,34± 1,20	30,56±0,87	31,50± 1,99

Относительно контрольной площади в условиях пробных площадей отмечается достоверное увеличение прироста годичного побега: в Октябрьском районе – на 44,6 %, в Ленинском – на 64,7 % и площади одного

листа – на 7,8 и 11,2 % соответственно, что, по-видимому, свидетельствует о высокой степени адаптации вида к условиям городской среды. Увеличение линейных размеров побегов и площади ассимилирующих органов под воздействием техногенной среды у тополя бальзамического указывались и в публикациях других авторов [6].

На пробных площадях отмечается увеличение количества листьев на побеге и суммарной площади всех листьев на побеге, однако достоверных отличий данных показателей относительно показателей контрольной пробной площади не установлено.

Таким образом, по результатам исследований выявлено, что насаждения тополя бальзамического, произрастающего в условиях г. Красноярска, имеют низкие показатели жизненного состояния, что обусловлено в основном воздействием насекомых-вредителей и механическими повреждениями ветвей и стволов. Однако техногенная среда не оказывает ингибирующего действия на рост и развитие годичных побегов тополя бальзамического, что свидетельствует о высокой устойчивости данного вида к урбосреде и возможности использования в озеленении урбанизированных территорий.

#### *Библиографический список*

1. Бухарина И.Л., Поварницина Т.М., Ведерников К.Е. Эколого-биологические особенности древесных растений в урбанизированной среде: монография. – Ижевск: ФГОУ ВПО Ижевская ГСХА, 2007. – 216 с.
2. Николаевский В.С. Биологические основы газоустойчивости растений. – Новосибирск: Наука, 1979. – 213 с.
3. Вишнякова С.В., Аткина Л. И. Влияние выбросов автотранспорта на анатомические параметры хвои ели колючей в условиях г. Екатеринбурга // Хвойные бореальной зоны. – 2011. – Т. 28. – № 1–2. – С. 134–136.
4. Лисотова Е. В., Л. Н. Сунцова, Е. М. Иншаков Оценка жизненного состояния насаждений общего пользования г. Красноярска // Вестник КрасГАУ. – 2010. – Вып. 4. – С. 69–73.
5. Алексеев В. А. Лесные экосистемы и атмосферное загрязнение. – Л.: Наука, 1990. – 200 с.
2. Бухарина И. Л. Эколого-биологические особенности адаптации древесных растений в условиях урбосреды // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2008. – Т. 10. – № 2. – С. 607–612.

УДК 630\*231

В. Д. Ломов, Ю. В. Звездин  
(V. D. Lomov, Yu. V. Zvezdin)  
МФ МГТУ им. Н. Э. Баумана, Мытищи  
(MB of Bauman BMSTU, Mytishchi )

**НЕКОТОРЫЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ  
ПОДРОСТА КЕДРА КОРЕЙСКОГО  
(SOME ECOLOGICAL FEATURES  
OF UNDERGROWTH KOREAN CEDAR)**

*Рассмотрены экологические особенности подроста кедра корейского.  
This article discusses the ecological features of Korean cedar undergrowth.*

Возобновление леса [1–3] играет ключевую роль в естественном лесовосстановлении кедра корейского. При оценке возобновления кедра корейского различают следующие возрастные группы нового поколения деревьев: всходы, самосев, подрост и тонкомер, которым присущи определенные биологические и экологические черты. Дифференцированная хозяйственная оценка подроста разных возрастных групп необходима для установления наиболее надежной группы подроста при лесовосстановлении на вырубках. В некоторых случаях, например при достаточном количестве подроста старших групп, требуется оберегать его при рубке, часто подрост нуждается в затенении. Кедровый подрост под пологом материнских высокополнотных насаждений с сомкнутостью крон выше 0,7 отличается замедленным ростом. За 50 лет в лучших условиях местообитания такие экземпляры вырастают до 2 м, в худших – всего до 0,5.

После рубки отставшие в росте растения медленно выправляются. Поэтому при оценке необходимо учитывать и качественную сторону естественного возобновления, возраст, состав и прирост.

По биологическим свойствам подрост кедра корейского занимает промежуточное положение между сосной и елью. Его всходы в первый год жизни большую часть питательных веществ затрачивают на охвоение, наращивая в первую очередь ассимиляционный аппарат. Стволик и корневая система развиваются слабо. На второй и третий год, наоборот, отток веществ на образование хвои убывает, рост стволика и корневой системы усиливается.

Значительная поверхность хвои на слабом стволике способствует прижиманию молодых растений во время листопада к почве. Особенно это наблюдается после осенних дождей и первого снегопада.

Ежегодное придавливание молодых растений приводит к тому, что у многих экземпляров изогнутая часть стволиков покрывается слоем под-

стилки, иногда зарастает плаунами, деформируется и приобретает строение подземной части и даже образует вторичные корни. Искривление стволиков часто наблюдается и на крупном подросте, однако у взрослых экземпляров кедр оно незначительно. Вероятнее всего, искривленный и отставший в росте подрост чаще всего гибнет, а менее деформированный выравнивается.

Участие лиственных пород повышает противопожарную устойчивость кедровых лесов. Это особенно важно потому, что хвоя, ветви, вершина кедр из-за высокой смолистости легко загораются. Подрост мелкого и среднего размера даже при беглых низовых пожарах погибает почти полностью. Крупномерный подрост кедр более устойчив к беглым пожарам, чем такой же подрост ели аянской и пихты белокорой. Его защищает толстая кора и достаточно поднятая крона.

Относительно устойчивости молодняка кедр к заморозкам выводы исследователей расходятся. Так, одни считают, что кедр повреждается заморозками, а другие, наоборот, указывают на устойчивость молодого кедр к поздним весенним и ранним осенним заморозкам. В Хабаровском дендрарии на грядках, размещенных на открытых местах, всходы безболезненно переносят воздействие пониженных температур. По-видимому, нет оснований относить кедр к породам, чувствительным к заморозкам.

Нет также единого мнения о теневыносливости и светолюбии кедр корейского в различных условиях. Известно, что подрост кедр под пологом леса способен длительное время выдерживать сильное затенение и после изменения условий освещения быстро приспосабливаться. Однако степень освещенности отражается на интенсивности роста кедр. Благоприятные условия освещения под пологом материнских древостоев складываются, очевидно, только для подрост не старше 10 лет. Наши исследования показали, что кедр корейский даже после 35 лет угнетения пологом леса, выставленный на свет, переносит интенсивное освещение и дает прирост. В целях уточнения данных о выживаемости подрост хвойных под густым материнским пологом лесничного кедровника нами взято в качестве моделей по 20 погибших экземпляров: максимальный возраст погибшего подрост кедр – 34, ели – 40 и пихты – 38 лет. Таким образом, кедровый подрост выдерживает затенение почти до такого же возраста, как и еловый и пихтовый подрост. После увеличения освещенности участка сплошной рубки кедровый подрост зачастую обнаруживает более высокий прирост, чем в тех же условиях ель и пихта.

Лучший прирост отмечен у подрост кедр в 15–20 лет при высоте 40–50 см. С возрастом темп роста его несколько замедляется. Указанные качества кедр тем более ценны, что компенсируют неблагоприятные для расселения свойства его семян. Освобождение орешков из шишек и их распространение по площади требует обязательного участия представителей фауны, которые большую часть урожая уничтожают или откладывают на зиму.

Теневыносливость подроста кедр не всегда обеспечивает возможность выхода его в верхний ярус древостоя. Молодой кедр встречен в елово-пихтовых лесах с примесью березы белой во влажных условиях местобитания. Почвы на этих участках достаточно дренированы. Наибольшее количество кедрового подроста (до 1000 шт. на гектаре) обнаружено на площадях, имеющих травяной покров из папоротников и мхов. Подрост, развиваясь довольно успешно в первые годы жизни, в дальнейшем интенсивно отмирает. И только единичные экземпляры на лучших почвах выходят в первый ярус древостоя.

Наличие микоризы и слабокислой среды верхнего гумусированного слоя почвы, по нашему мнению, для всходов кедр имеет особое значение. Таким образом, биология и экология молодого подроста кедр корейского очень сложна и требует дальнейшего изучения.

### *Библиографический список*

1. Лесоводство: учебник для направления подготовки 35.03.01 «Бакалавр лесного дела» / В. И. Обыденников, С. А. Коротков, В. Д. Ломов, С. Н. Волков. – М.: ФГБОУ ВПО МГУЛ, 2015. – 272 с.
2. Обыденников В. И., Ломов В. Д., Лесоводство: учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению подготовки дипломированных специалистов по специальности 250401 «Лесоинженерное дело». – М., 2011. – 282 с.
3. Залесов С.В. Лесная пирология. – Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2013. – 332 с.

УДК 630.132

В. Н. Луганский, Г. А. Годовалов  
(V. N. Luganskiy, G. A. Godovalov)  
УГЛТУ, Екатеринбург  
(USFEU, Yekaterinburg)

### **КОРРЕКТНОСТЬ ОЦЕНКИ ПОЖАРНОЙ ОПАСНОСТИ ПО УСЛОВИЯМ ПОГОДЫ В ЛЕСАХ ГКУ СО «БЕРЕЗОВСКОЕ ЛЕСНИЧЕСТВО» (CORRECTNESS OF THE FIRE DANGER ASSESSMENT ACCORDING TO WEATHER CONDITIONS IN THE FORESTS OF THE SPI "BEREZOVSKY FORESTRY»)**

*Рассмотрена эффективность охраны лесов от пожаров в ГКУ СО «Березовское лесничество», проанализированы показатели фактической горимости лесов на его территории при разных классах пожарной опасности по условиям погоды. Рассмотрены предпосылки изменений и допол-*

нений генерализированной шкалы оценки пожарной опасности В. Г. Нестерова в условиях данного лесничества с целью более детальной регламентации деятельности лесопроотивопожарных служб в ЛФ данного лесничества.

*The article considers the effectiveness of forest protection from fires in the State Public Institution "Berezovsky Forestry" and analyzes the indicators of the actual burning of forests on its territory at different classes of fire- danger under weather conditions. The cases for changes and additions to the Nesterov generalized fire- danger rate scale were considered for a more detailed regulation of fire safety activities in this forestry.*

Важнейшим базисом эффективности охраны лесов от пожаров выступает правильная организация работы лесопожарных служб. Регламентация их устойчивого функционирования опирается на данные многолетней природной пожарной опасности, а также текущей пожарной опасности по условиям погоды. Многие учёные неоднозначно оценивают эффективность работы шкал по оценке пожарной опасности в лесу [1–4]. В значительной мере проблема объективности и корректности прогнозов пожарной опасности решается применением распределений участков ЛФ по классам природной пожарной опасности И.С. Мелехова. Однако рядом авторов подчёркивается, что такие распределения характеризуют лишь потенциальную горимость, а не фактическую. При этом реальные метеоусловия в определённый период не учитываются [3]. Для более объективной и детальной оценки динамики пожарной опасности в лесу В.Г. Нестеров обосновал применение комплексного показателя, который учитывает весь спектр метеоэлементов, определяющих динамику влажности лесных горючих материалов.

Ниже представлена шкала В.Г. Нестерова, выступающая как генерализированная для РФ. Она используется на всей её территории как единая шкала оценки пожарной опасности в лесу по условиям погоды.

При этом комплексный показатель рассчитывается на каждый день в 12–14 часов. В некоторых субъектах РФ разработаны региональные классы пожарной опасности в лесах в зависимости от условий погоды. Для регионов, в которых не установлены региональные классы, используют, соответственно, федеральные классы пожарной опасности.

Расчет класса природной пожарной опасности в лесах по условиям погоды определяется как сумма произведения температуры воздуха ( $t^\circ$ ) на разность температур воздуха и точки росы (эта) за  $n$  дней без дождя (считая день выпадения более 3 мм осадков первым (1) днем **бездождевого** периода):

$$КП = \sum_n^1 [t^\circ (t^\circ - \text{эта})].$$

Установлены следующие классы пожарной опасности по условиям:

**I КПО** = 0...300 – очень малая пожарная опасность;

**II КПО** = 301...1000 – малая пожарная опасность;

**III КПО** = 1001...4000 – средняя пожарная опасность;

**IV КПО** = 4001...10000 – высокая пожарная опасность;

**V КПО** = более 10001 – чрезвычайная пожарная опасность.

Как уже подчёркивалось, генерализированные шкалы определения работают не всегда корректно и в полном объёме. Их обоснование требует проведения серьёзных работ по изучению потенциальной и фактической горимости [5], взятых в корреляции с классами ПО по условиям погоды.

В настоящее время выполнены работы по созданию местных шкал в Тюменской и Оренбургской областях. Ведутся такие исследования и на территории Свердловской области.

Проведение комплекса работ по созданию местных шкал включает ряд стадий. На первой стадии разрабатывается лесопожарное районирование, в составе которого вычленяются однородные в пожарном отношении площади, выделенные для лесорастительной зоны, определённых форм рельефа, климата, растительности и др. [3].

Так, В. П. Абрамов [1] отмечает для Тюменской области, что с учётом данных по фактической горимости лесов за 20 лет обоснована целесообразность применения местной шкалы оценки ПО. Полученные данные показывают, что общая шкала В.Г. Нестерова системно и значительно занижает реальную пожарную опасность в весенний и завышает в осенний периоды.

В таблице рассмотрено распределение показателей фактической горимости по классам пожарной опасности по условиям погоды (по В.Г. Нестерову) за 2012–2019 гг. Из данных видно, что при наиболее высокой пожарной опасности (**V класс**), которая считается чрезвычайной, произошёл 51 пожар, что составило 18,9 % от их общего числа. Пройденная огнём площадь оценивается в 327,5 га. **Средняя** площадь пожара около **6,42** га.

Для **IV класса** ПО (высокая) видно, что при данном классе произошло 26 пожаров, или 9,6 %, а общая пройденная площадь составила около 90,7 га. Средняя площадь пожара 5,02 га.

При **III классе** пожарной опасности по условиям погоды (средней) произошло наибольшее число пожаров (104 сл.), что составило 38,5 % от общего числа пожаров за анализируемый период. **Число** лесных пожаров, произошедших при **III классе**, оказалось в **1,35 раза выше**, чем при более высоких классах пожарной опасности. Суммарная выгоревшая площадь при данном классе оценивается в 870,8 га, что составило 52,9 % от общей площади пожаров по лесничеству. Средняя площадь одного пожара – около 8,37 га. В результате проведённого анализа можно сделать выводы, что при снижении класса пожарной опасности до III (средняя ПО) по условиям

погоды число пожаров и пройденная ими площадь возрастают. В связи с этим отмечается недостаточная корректность работы шкалы в условиях данного лесничества. Данные факты объясняются смягчением пропускного режима в лес, уменьшением объёмов авиа- и наземного патрулирования. Отмечается невысокая оперативность и тушения пожаров, что подчёркивает необходимость корректировки профилактических противопожарных мероприятий даже при средней ПО.

Распределение показателей фактической горимости в связи с классами пожарной опасности по условиям погоды (по В.Г. Нестерову) за 2012–2019 гг.

Показатели фактической горимости	Классы пожарной опасности по условиям погоды				
	I	II	III	IV	V
Количество пожаров, сл.	51	26	104	43	46
Общая площадь, пройденная огнём, га	327,5	90,7	870,8	215,8	141,1
Средняя площадь пожара, га	6,42	3,49	8,37	5,02	3,06

Степень пожарной опасности **при II классе** оценивается как низкая. Однако возникновение пожаров происходит достаточно часто. Так, за анализируемый период 2012–2019 гг. при данной ПО произошло 43 пожара (15,9 %), а пройденная ими площадь составила 215,8 га, или 13,1 % от общей площади всех пожаров за 2012–2019 гг. Число пожаров, произошедших при II классе ПО, по сравнению с таковым при **III классе снизилось на 58,7 %**. Средняя площадь одного пожара оценивается в 5,02 га.

Самым низким классом пожарной опасности по условиям погоды является I. Из представленных материалов видно, что за период 2012–2019 гг. произошло 46 пожаров, которыми была пройдена территория в 141,1 га. Средняя площадь пожара составила 3,07 га. Нами отмечается, что даже при низких класса пожарной опасности (I и II) число возникающих пожаров остаётся на уровне, близком к высоким (IV и V). Данные подтверждают определяющее влияние организации охраны лесов от пожаров, включая в первую очередь их обнаружение и оперативное реагирование.

В результате наших исследований нами отмечается следующее.

1. На фоне высокой природной и фактической пожарной опасности в лесах Березовского лесничества их охрана от пожаров ведётся успешно.



2. Ликвидация возникающих пожаров на территории лесничества оценивается как своевременная и эффективная. Число пожаров, имевших площадь ликвидации менее 5 га, составило 181, или 67,0 %.

3. Важнейшим показателем для регламентации деятельности лесопожарных служб выступает текущий показатель класса пожарной опасности по условиям погоды. Однако фактическая горимость и пожарная опасность по условиям погоды часто не согласуются.

4. Наибольшее число пожаров приурочено к средней пожарной опасности (III класс ПО) – 104 шт., или 38,5 % от общего числа пожаров, при пройденной ими площади 870,8 га (52,9 %). Средняя площадь пожара – 8,37 га. При V КПО произошёл 51 пожар, или 18,9 %, а пройденная огнём площадь составила 327,5 га (19,9 %). Средняя площадь пожара – 6,42 га.

5. Успешное предотвращение лесных пожаров и их ликвидация при высоких и средних классах ПО могут быть достигнуты за счёт интенсификации профилактических мер: прежде всего ограничения доступа в лес граждан и увеличения объёмов наземного патрулирования.

6. С учётом данных по фактической горимости и классов пожарной опасности считать необходимым разработку лесопожарного районирования для области, а на его основе – адаптированных региональных шкал оценки пожарной опасности по условиям погоды.

7. Пересмотреть регламентацию алгоритмов профилактики и тушения лесных пожаров при средней пожарной опасности по условиям погоды (III класс).

8. Усовершенствовать систему их обнаружения за счёт увеличения числа камер слежения и привлечения к патрулированию местного населения, включая безработных.

9. Вести системный мониторинг за фактической горимостью территории лесничества.

Таким образом, охрана лесов от пожаров остаётся приоритетной задачей государства и её решение должно основываться на сочетании эффективности профилактики возникновения пожаров с высокой оперативностью их обнаружения и ликвидации.

### *Библиографический список*

1. Абрамов В. П. Анализ горимости лесов и оптимизация охраны их от пожаров в подзонах предлесостепных сосново-березовых лесов и северной лесостепи Тюменской области: дис. ... канд. с.-х. наук / Абрамов В. П. – Екатеринбург, 2008. – 148 с.

2. Гурский А. Ак., Гурский А. Ан. Совершенствование методов оценки насаждений и ведения хозяйства в лесах Оренбургской области и Северного Казахстана. – Оренбург: Изд. центр ОГАУ, 2011. – 404 с.

3. Залесов С.В. Лесная пирология. – Екатеринбург, 1998. – 296 с.

4. Залесов С.В., Годовалов Г.А., Платонов Е.Ю. Уточненная шкала распределения участков лесного фонда по классам природной пожарной опасности // Аграрный вестник Урала. – 2013. – № 10 (116). – С. 45–49.

5. Фомин Л.О., Луганский В.Н. Оценка потенциальной горимости лесов Берёзовского лесничества Свердловской области//Научное творчество молодёжи – лесному комплексу России: матер. XVI Всерос. науч.-техн. конф. студентов и аспирантов. – Екатеринбург, 2020. – С. 451–452

УДК 630.132

В. Н. Луганский, Г. А. Годовалов, Н. А. Кряжевских  
(V. N. Luganskiy, G. A. Godovalov, N. A. Kryazhevskih)  
УГЛТУ, Екатеринбург  
(USFEU, Yekaterinburg)

**СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПОТЕНЦИАЛЬНОЙ  
И ФАКТИЧЕСКОЙ ГОРИМОСТИ ЛЕСОВ  
ГКУ СО «БЕРЁЗОВСКОЕ ЛЕСНИЧЕСТВО»  
(COMPARATIVE ANALYSIS OF POTENTIAL AND ACTUAL  
FIRE- DANGER OF FORESTS AT THE «BEREZOVSKY FORESTRY»  
STATE PUBLIC INSTITUTION)**

*Рассмотрено состояние охраны лесов от пожаров в ГКУ СО «Берёзовское лесничество», проанализированы данные по потенциальной и фактической горимости лесов на данной территории. Рассмотрены предпосылки изменения и дополнения генерализированных шкал оценки природной пожарной опасности.*

*The status of forest fire protection in the SPI «Berezovsky Forestry», Sverdlovsk Region has been examined; the data of potential and actual forest fire-danger in the area have been analyzed. The cases for changes and additions to the generalized scales of assessing natural fire danger have been considered.*

В лесном фонде объективная оценка пожарной опасности обеспечивается применением распределений его участков по классам природной пожарной опасности. На территории Свердловской области наибольшим средним классом природной ПО отличается ЛФ ГКУ СО «Берёзовское лесничество» и «Сысертское лесничество».

Сравнительный анализ потенциальной (природной) и фактической горимости показывает, что они не всегда коррелируют между собой. Природная пожарная опасность в Берёзовском лесничестве высокая. Ряд авторов отмечает [1–3], что распределение лесного фонда по классам природной пожарной опасности характеризует потенциальную горимость, но никак не фактическую. Залесов и др. [2] подчёркивают, что, помимо

указанных объектов загорания, в шкале оценки пожарной опасности к первому КППО необходимо относить хвойные насаждения с наличием второго яруса и (или) подроста и подлеска хвойных пород, отнесенные к категориям защитных лесов, а также несомкнувшиеся лесные культуры.

Данные по фактической горимости рассмотрены в табл. 1.

Таблица 1

Фактическая горимость лесов за период с 2010 по 2019 гг.

Год	Возникло случаев пожаров, шт.	Общая пройденная пожарами площадь, га	Средняя площадь одного пожара, га	Относительная горимость		Степень горимости	
				По числу случаев на 1 млн га (частота)	По пройденной огнем площади на 1 тыс.га (горимость)	По числу случаев	По площади
2010	<b>112</b>	<b>1615,25</b>	<b>14,42</b>	<b>725,24</b>	<b>10,459</b>	<b>Чрезвычайная</b>	<b>Чрезвычайная</b>
2011	59	804,12	13,63	382,05	<b>5,207</b>	Чрезвычайная	Чрезвычайная
2012	57	469,92	8,24	369,09	<b>3,043</b>	Чрезвычайная	Чрезвычайная
2013	31	82,92	2,67	200,74	0,54	Чрезвычайная	Средняя
2014	35	309,36	8,84	226,64	2,003	Чрезвычайная	Высокая
2015	<b>13</b>	<b>48,0</b>	3,69	<b>84,18</b>	<b>0,31</b>	<b>Выше средней</b>	<b>Ниже средней</b>
2016	44	99,24	2,25	284,9	0,64	Чрезвычайная	Средняя
2017	35	336,69	9,62	226,63	2,2	Чрезвычайная	Высокая
2018	36	237,19	6,59	233,1	1,54	Чрезвычайная	Высокая
2019	18	55,87	3,10	116,56	1,91	<b>Высокая</b>	<b>Высокая</b>
Итого	440	4058,56	9,2	-	-	-	-
В среднем за год				284,9	2,79	Чрезвычайная	Высокая

На территории Берёзовского лесничества выявлено 440 лесных пожаров на площади 4058,56 га. Средняя площадь пожара – 9,2 га. Наибольшее их число (112 шт.) произошло в неблагоприятном в климатическом отношении 2010 г. В этом году пройденная огнём площадь оценивалась в 1615,2 га, а средняя площадь пожара, максимальная за период, – 14,42 га.

Высокая фактическая горимость отмечена в 2019 г. Общее число пожаров – 59 шт. при площади 804,12 га. Средняя площадь пожара в 2019 г. – 13,63 га. Наименьшее их число (13 шт.) зафиксировано в 2015 и 2018 гг. Средняя площадь пожара варьировала от 2,25 в 2016 г. до 14,42 га в 2010 г. Наименьшая площадь, пройденная огнём в 2019 г., – 55,87 га. На нелесные земли приходится 6,3 га, или 11,2 %, в основном это брошенные торфяники.

Согласно шкале, относительная горимость по числу пожаров в год на 1 млн га (частота пожаров) меняется от 84,18 (2015 г.) до 725,24 сл. (2010 г.). В 2015 г. степень горимости по частоте пожаров оценивается выше средней. В 2019 г. этот показатель 116,56 сл., степень фактической горимости высокая. В остальные годы горимость оценивается как чрезвычайная. Частота пожаров – важный параметр оценки фактической горимости лесов, который применяется при разработке генерализированных и местных шкал оценки пожарной опасности в лесу.

В табл. 2. рассмотрена фактическая горимость по участковым лесничествам за пять лет.

Таблица 2

Фактическая горимость лесов с 2014 по 2019 гг. по лесничествам

Лесничество	Возникло пожаров, кол-во (шт.)	Общая пройденная пожарами площадь, га	Средняя площадь одного пожара, га	Относительная горимость		Степень горимости	
				по числу случаев на 1 млн га	по пройденной огнем площади на 1 тыс. га	по числу случаев	по пройденной площади
1	2	3	4	5	6	7	8
Мостовское	7	61,02	8,72	64,28	0,56	Выше средней	Средняя
Балтымское	9	8,91	0,99	77,75	0,7	Выше средней	Средняя
Средне-уральское	24	111,51	4,6	440,36	2,18	Чрезвычайная	Высокая
Пышминское	27	94,35	3,49	101,22	1,05	Высокая	Выше средней

Окончание таб. 2

1	2	3	4	5	6	7	8
Лосиновское	8	28,8	3,6	77,87	0,28	Выше средней	Ниже средней
Монетное	8	124,48	15,56	51,9	0,81	Выше средней	Средняя
Березовское	63	347,92	5,52	430,04	3,8	Чрезвычайная	Чрезвычайная
Итого	146	776,99	5,3	-	-	-	-
В среднем за ревизионный период				248,68	1,8	Чрезвычайная	Высокая

В 2015 г. данный показатель составлял 0,31 га, степень горимости ниже средней. В 2013 г. показатель несколько выше (0,64 га), фактическая горимость средняя. В 2014, 2017 и 2019 гг. он составил 1,54–2,0 га при высокой степени горимости. В другие годы относительная горимость по площади на 1 тыс. га превышала 3 га и характеризовалась как чрезвычайная. В это время были зафиксированы аномальные засухи, что отразилось на фактической горимости. Произошло 146 пожаров, их общая площадь – 13 848,24 га. Средняя площадь пожара – 4,4 га.

Наибольшее число пожаров за весь период отмечено в Березовском участковом лесничестве – 63 сл., или 43,2 %. Средняя площадь пожара – 5,52 га. Высокая горимость отмечена в Пышминском лесничестве, где число пожаров 27, а их доля от общего – 18,5 %. В Среднеуральском произошло 24 пожара, или 16,4 %, при средней площади пожара 4,6 га. Наименьшее число (7) отмечено в Мостовском участковом лесничестве. По 8–9 пожаров в Монетном, Лосиновском и Балтымском лесничествах. Наибольшая площадь, пройденная огнём, зафиксирована в Берёзовском участковом лесничестве, где составляет 347,92 га, а её доля в общей выгоревшей площади – 44,8 %. В Монетном лесничестве выгорело 124,48 га, или 16,0 %. Здесь отмечена наибольшая средняя площадь пожара – 15,56 га. Высокая средняя площадь пожара отмечена в Мостовском лесничестве (8,72 га). Возрастание показателя здесь произошло за счёт горения торфяников.

Частота пожаров в расчёте на 1 млн га варьирует от 51,9 сл. в Монетном до 440,36 сл. в Среднеуральском лесничествах. Высокий показатель частоты пожаров в Берёзовском лесничестве – 430,04 сл. Степень горимости в Берёзовском и Среднеуральском лесничествах чрезвычайная.

Нами рассчитан показатель относительной горимости по пройденной огнём площади. Он варьирует от 0,28 га в Лосиновском до 3,8 га в Берёзовском лесничествах. Степень фактической относительной горимости в

Берёзовском лесничестве оценивается как чрезвычайная (3,8 га); в Мостовском, Балтымском и Монетном – как средняя (0,56–0,81); в Среднеуральском – как высокая (2,18 га). В Пышминском характеризуется выше средней (1,05 га), в Лосиновском – ниже средней (0,28 га). Таким образом, при назначении противопожарных мероприятий недостаточно ориентироваться только на приуроченность территорий к классам природной пожарной опасности.

Наши исследования показали следующее.

1. Степень природной пожарной опасности лесов Березовского лесничества наряду с Сысертским является наиболее высокой в области, со средним классом ПО 2,3. К 1 и 2 классам отнесено 66,7 % от общей площади лесничества.

2. Фактическая горимость лесов значительно превышает потенциальную. За 2010–2019 гг. произошло 440 пожаров, а пройденная огнем площадь составила 4058,56 га. Средняя площадь пожара – 9,2 га.

3. Показатели фактической горимости остаются на высоком уровне ежегодно, а пожарная опасность по числу случаев (частота пожаров) превышает 200 случаев на 1 млн га и характеризуется как чрезвычайная.

4. Показатели относительной горимости меняются по годам, достигая пика в наиболее засушливые годы. В 2010 г. частота пожаров превышала 725 сл. на 1 млн га, а по пройденной площади – 10,5 га на 1 тыс. га.

5. Наихудшие показатели относительной горимости выявлены в Среднеуральском и Берёзовском лесничествах, где по частоте пожаров степень горимости оценивается как чрезвычайная, по пройденной огнём площади – как высокая и чрезвычайная.

По результатам исследований предлагается.

1. В шкалы природной пожарной опасности, применяемые в Берёзовском лесничестве и Свердловской области, внести дополнения:

- ввести в **1 класс** пожарной опасности участки вышедших из пользования площадей **торфоразработок**, которые были необводнены;

- к 1 классу ПО отнести также насаждения нагорных типов леса, которые ранее в шкале не фигурировали;

- к этому же классу целесообразно отнести заросшие участки надпойменных террас вдоль рек, а также заброшенные сенокосы и пашни;

- ко второму классу отнести насаждения сосняков ягодниковых, которые по своим пирологическим характеристикам близки к брусничниковым.

2. Считать обязательным условием эффективной охраны лесов от пожаров мониторинг пожарной обстановки, ориентированный на данные по фактической горимости.

3. С учётом показателей фактической горимости и классов пожарной опасности выйти с предложением разработки адаптированных региональных шкал.

*Библиографический список*

1. Залесов С.В. Лесная пирология. – Екатеринбург, 1998. – 296 с.
2. Залесов С.В., Годовалов Г.А., Платонов Е.Ю. Уточненная шкала распределения участков лесного фонда по классам природной пожарной опасности // Аграрный вестник Урала. – 2013. – № 10 (116). – С. 45–49.
3. Фомин Л. О., Луганский В. Н. Оценка потенциальной горимости лесов Берёзовского лесничества Свердловской области // Научное творчество молодёжи – лесному комплексу России: матер. XVI Всерос. науч.-техн. конф. студентов и аспирантов. – Екатеринбург 2020. – С. 451–452.

УДК 630.132

В. Н. Луганский, З. Я. Нагимов  
(V. N. Luganskiy, Z. Y. Nagimov)  
УГЛТУ, Екатеринбург  
(USFEU, Yekaterinburg)

**ОЦЕНКА НЕКОТОРЫХ АГРОХИМИЧЕСКИХ  
СВОЙСТВ ПОЧВ Г. УФЫ**  
(EVALUATION OF SOME AGROCHEMICAL PROPERTIES  
OF UFA SOILS)

*Рассмотрена динамика основных агрохимических показателей плодородия почв г. Уфы по сравнению с таковой в фоновых условиях антропогенного загрязнения.*

*The dynamics of the main agrochemical indicators of soil fertility in Ufa in comparison with the background ones in the conditions of anthropogenic pollution are considered.*

При интенсивном развитии урбоэкосистем все большую актуальность приобретает изучение свойств формирующихся почвенных субстратов. Динамика их агрохимических показателей демонстрирует высокую информативность при исследованиях городских территорий [1].

Почвенный покров района проведения работ характеризуется широким многообразием и комплексностью [2]. В качестве материнских пород в основном фигурируют делювиальные и элювиальные отложения четвертичного периода. Они характеризуются тяжелым гранулометрическим составом и высоким содержанием карбонатов [3].

Распределение почвенных разностей в большей мере определяется рельефом и режимом увлажнения. В высоких и сбалансированных платообразных зонах надпойменных террас р. Белой и нижнего течения р. Кармасан формируются серые и темно-серые лесные почвы [4].

Для долинных территорий типичными являются аллювиальные почвы различного генезиса. На отдельных территориях, приуроченных к высокой пойме, они трансформируются в черноземы. Лугово-черноземные и луговые почвы представлены в неглубоких депрессиях рельефа с высоким уровнем грунтовых вод и полугидроморфным типом водного режима.

С учетом высокой антропогенной нагрузки и уровнем атмосферного загрязнения территории г. Уфы в качестве объектов исследований выступили почвенные разности, сформированные в различных административных районах. Отбор точечных образцов производился в реперных точках, приуроченных к пересечениям улиц:

- РТ №1 – проспект Октября и имени города Галле;
- РТ №2 – проспект Октября и бульвара Саид-Галиева;
- РТ №3 – проспект Октября и Трамвайная;
- РТ №4 – Кольцевая и Александра Невского;
- РТ №5 – Индустриальное шоссе и Сельская Богородская;
- РТ №6 – Салавата Юлаева и Бакалинская;
- РТ №7 – Новороссийская и Центральная.

Точки отбора почвенных образцов выбирались на улицах, которые отличаются интенсивным автотранспортным движением, высокой пешеходной проходимостью, а также близким расположением объектов аэропром-выбросов.

Из рассмотренных на рис. 1 данных прослеживается, что содержание нитратного азота ( $\text{NO}_3^-$ ) в почвах урболандшафтов г. Уфы варьирует по ключевым (реперным) точкам от 15,5 (РТ № 3) до 49 мг/кг (РТ № 1 и 2). Обеспеченность нитратным азотом на РТ № 3 оценивается как низкая. Для зональных серых лесных почв фоновое содержание нитратного азота ( $\text{NO}_3^-$ ) оценивается как среднее и составляет не более 40 мг/кг.

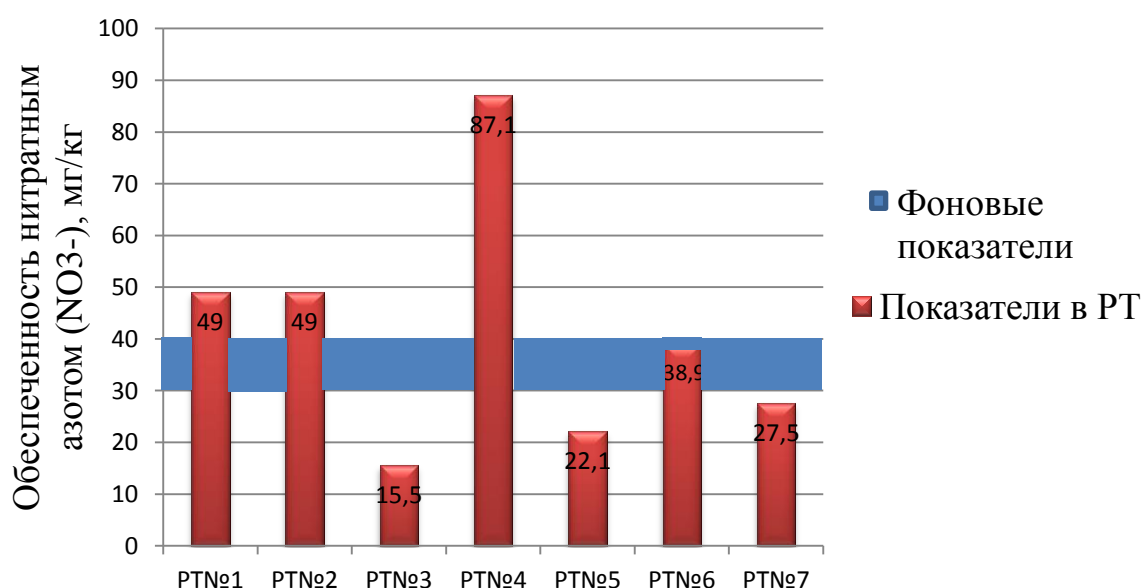


Рис. 1. Обеспеченность почв г. Уфы нитратным азотом по реперным точкам (РТ)



Нами отмечается, что обеспеченность почв нитратным азотом близка к её фоновым значениям на РТ № 6 – 38,9 мг/кг. Пробные площадки с наименьшим его содержанием приурочены к перекрёстку проспекта Октября и ул. Трамвайной (15,5 мг/кг), Индустриального шоссе и Сельской Богородской (22,1 мг/кг), а также Новороссийской и Центральной (27,5 мг/кг). Наибольшая обеспеченность азотом на РТ № 1 и 2 (49,0 мг/кг) и превышает наименьшую на РТ № 3 (15,5 мг/кг) в 2,9 раза.

Содержание подвижного фосфора ( $P_2O_5$ ) на опытных РТ рассмотрено на рис. 2 и составляет 57–85 мг/кг. К наименьшей обеспеченности данным соединением (до 57 мг/кг) почв отнесены точки (РТ) № 1; № 3; № 4; № 5; № 6. Более высоким содержанием (до 85 мг/кг) характеризуются участки РТ № 2 и № 7. Однако во всех реперных точках обеспеченность подвижным  $P_2O_5$  оценивается как низкая. Низкий уровень его содержания отмечается в естественных фоновых условиях для серых лесных почв и составляет 40–60 мг/кг почвенной массы. В диапазоне фоновых значений находятся ключевые точки (РТ № 1, 3, 4, 5, 6) до 57 мг  $P_2O_5$  на кг почвы.

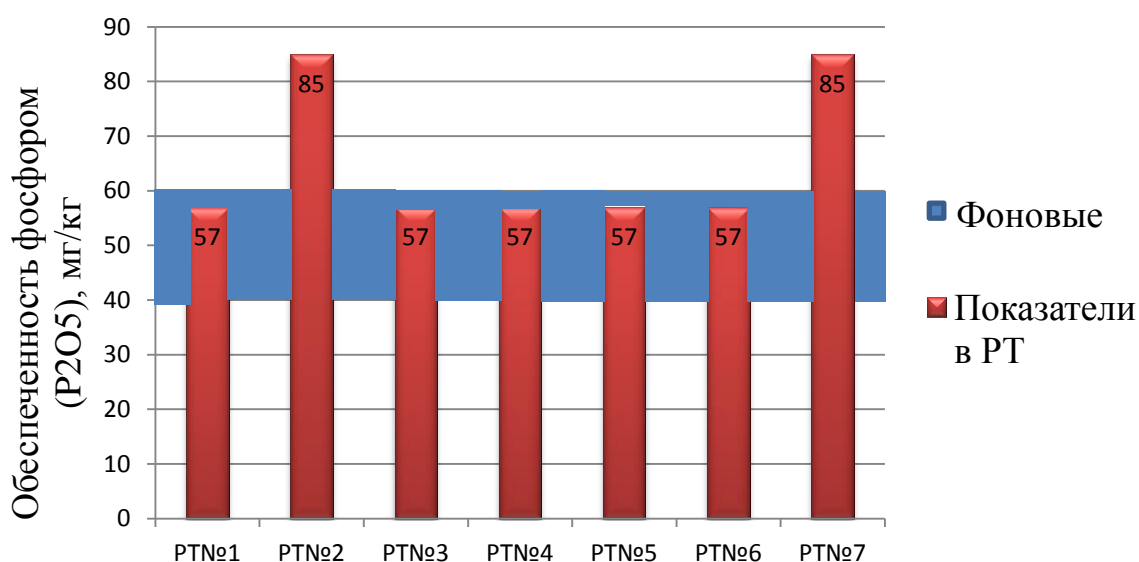


Рис. 2. Обеспеченность почв г. Уфы подвижным  $P_2O_5$  в реперных точках (РТ)

На рис. 3 представлено содержание  $K_2O$  в исследуемых почвах.

Обеспеченность доступным калием по всем реперным точкам оценивается как низкая. Общее варьирование наблюдается в диапазоне от 13,8 (РТ № 6) до 77,8 (РТ № 5) мг на кг почвы. Минимальный показатель выявлен на РТ № 6, где обеспеченность доступным  $K_2O$  оценивается в 13,8 мг/кг. На РТ № 5 данный показатель достигает наивысших значений (77,8 мг/кг). Близкой к фоновым значениям по данному показателю является РТ № 4, приуроченная к перекрёстку улиц Кольцевая и Александра Невского. Здесь обеспеченность калием – 61,8 мг/кг почвы. Значения ниже фоновых выявлены в РТ № 1, 2, 3, 6, 7, больше только в РТ № 5.

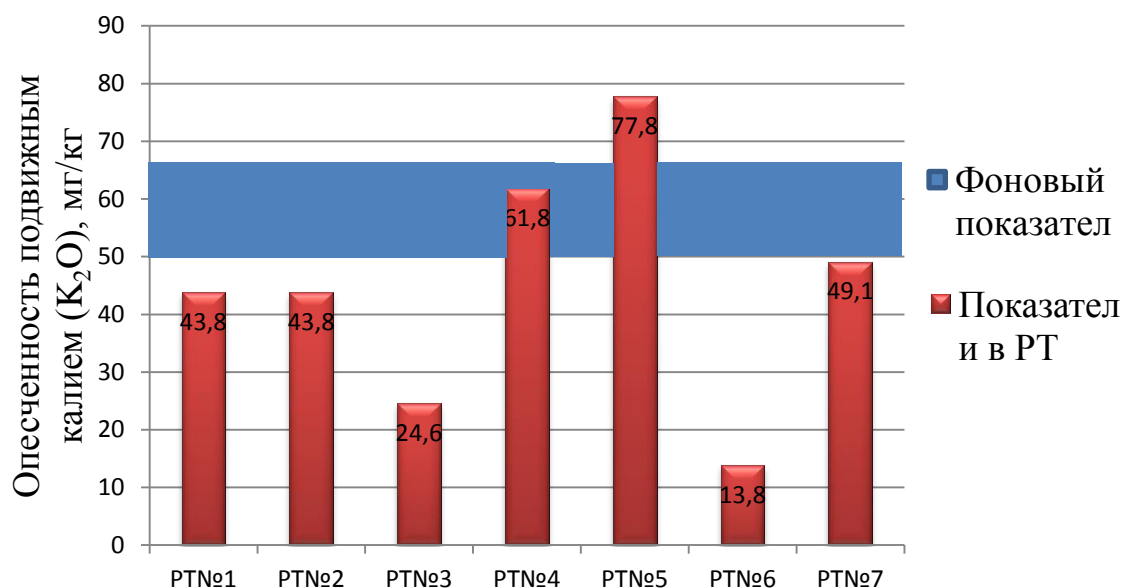


Рис. 3. Обеспеченность почв г. Уфы подвижным  $K_2O$  в реперных точках

Реакция почвы  $pH_{H_2O}$  во всех реперных точках (рис. 4) оценивается как щелочная, кроме РТ №5, приуроченной к пересечению Индустриального шоссе и Сельской Богородской улицы, где она характеризуется как слабощелочная. Естественные же серые лесные почвы имеют, как правило, слабокислую или нейтральную реакцию ( $pH_{H_2O} = 5,5 \dots 7,0$ ).

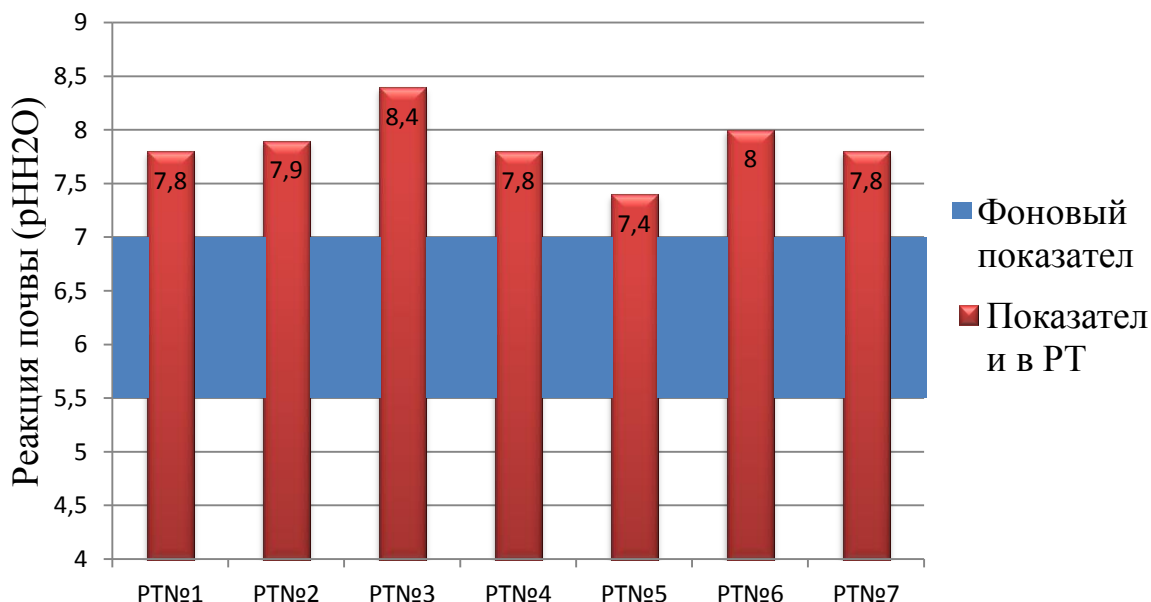


Рис. 4. Динамика реакции почв г. Уфы по реперным точкам (РТ)

По данным исследований ясно, что  $pH_{H_2O}$  на всех участках выше фоновых значений. Максимальное значение  $pH_{H_2O}$  на РТ № 3 – 8,4. Наименьшее на РТ № 5 – около 7,4. Реакция по РТ оценивается как щелочная.

## Выводы

1. Естественными зональными почвами района исследований выступают серые лесные, их агрохимические свойства слабо варьируют. Обеспеченность нитратным азотом ( $\text{NO}_3^-$ ) составляет 30–40 мг на кг почвы, подвижными формами фосфора ( $\text{P}_2\text{O}_5$ ) – 40–60 мг/кг и калия ( $\text{K}_2\text{O}$ ) – 50–66 мг/кг. Реакция почв составляет от 5,5 до 7, являясь оптимальной.

2. При антропогенных влияниях в условиях урботерриторий г. Уфы отмечается изменение  $\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}}$  от слабощелочной (7,4) до щелочной (7,8–8,4). Щелочная реакция выявлена в РТ № 1, РТ № 2, РТ № 3, РТ № 4, РТ № 6, РТ № 7. Слабощелочная реакция отмечена в РТ № 5. Наибольший показатель отмечен на РТ № 3 (8,4), а наименьший – на РТ № 5 (7,4).

3. Заметная динамика выявлена по нитратному азоту ( $\text{NO}_3^-$ ). Низкое его содержание (до 15,5 мг/кг) – в РТ № 3; среднее – в РТ № 5 (22,1 мг/кг), РТ № 6 (38,9 мг/кг), РТ № 7 (27,5 мг/кг); высокое – в РТ № 1 и 2, где достигает 49 мг/кг. На участке РТ № 4 отмечен наиболее высокий показатель – 87,1 мг/кг. Нами отмечается, что в условиях городов при трансформации почв обеспеченность нитратным азотом значительно падает в сравнении с фоновыми значениями.

4. Динамика доступного фосфора ( $\text{P}_2\text{O}_5$ ) в почвах на РТ незначительна. Обеспеченность почв данным соединением составляет 57–85 мг/кг. Наименьшие значения (до 57 мг/кг) выявлены в РТ № 1, РТ № 3, РТ № 4, РТ № 5, РТ № 6. Превышение содержания фосфора в РТ № 2 и 7 (85 мг/кг) по сравнению с таковым в фоновых условиях обусловлено тем, что почвенные образцы были взяты из верхней части почвенного профиля, в который были ранее внесены органические удобрения.

5. Обеспеченность подвижным калием ( $\text{K}_2\text{O}$ ) оценивается как низкая на всех реперных точках, варьируя от 13,8 до 77,8 мг/кг. Минимальный показатель (13,8 мг/кг) наблюдается на РТ № 6, наибольшего значения (до 77,8 мг/кг) достигает в РТ № 5.

## Библиографический список

1. Попов А.С., Луганский В.Н., Луганский Н.В. Состояние и динамика свойств глеево-подзолистых почв в условиях антропогенеза (на примере парка им. Е. Ф. Козлова в г. Надым, Ямало-Ненецкий автономный округ) // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2016. – №3. – С. 63–67.

2. Хайретдинов А.Ф., Хамзин М.Р., Янбухтин У.И. Природа и насаждения зеленой зоны города Уфы. – Уфа: Башк. кн. изд-во, 1981. – 80 с.

3. Почвы Башкортостана / Хазиев Ф.Х., Мукатанов А.Х., Хабиров И.К. и др. – Уфа: Гилем, 1995. – 383 с.

4. Мукатанов А.Х. Почвенно-экологическое районирование Республики Башкортостан (почвенно-экологические округа). – Уфа, 1994. – 33 с.

УДК 630\*164.5: 630\*181.311: 582.931.4

Н. В. Мартынова  
(N. V. Martynova)  
НГСХА, Нижний Новгород  
(NGSKhA, Nizhny Novgorod)

**ВОДОУДЕРЖИВАЮЩАЯ СПОСОБНОСТЬ ЛИСТЬЕВ  
У НЕКОТОРЫХ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ СЕМЕЙСТВА  
МАСЛИНОВЫЕ (*OLEACEAE*. L)  
НА ТЕРРИТОРИИ НИЖНЕГО НОВГОРОДА  
(WATER-HOLDING CAPACITY OF LEAVES  
IN SOME REPRESENTATIVES OF THE OLEACEAE FAMILY  
IN THE TERRITORY OF NIZHNY NOVGOROD)**

*Статья характеризует водоудерживающую способность листьев растений сирени обыкновенной, сирени венгерской и бирючины обыкновенной. Было установлено, что наличие накопленной воды в листьях изменялось в зависимости от экспозиции.*

*The article characterizes the water-holding capacity of the leaves of plants of lilac common, lilac hungarian and privet common. It was found that the presence of accumulated water in the leaves varied with exposure.*

При планировании озеленения городской территории основным моментом выступает подбор оптимальных культур, способных выносить высокие летние температуры, недостаток влаги и пониженную влажность воздуха. Изменение экологической ситуации урбанизированных территорий, повышение благосостояния общества, а также непрерывный процесс интродукции видов деревьев и кустарников приводит к тому, что перечень декоративных видов для определенного региона стал весьма динамичным [1, 2].

Изучение водоудерживающей способности растений является показателем их водообмена и устойчивости к неблагоприятным факторам окружающей среды [1, 3–5]. Водный режим в растениях показывает приспособленность культур переживать засушливые условия. Как известно, чем больше относительное содержание оставшейся воды в листьях, тем выше водоудерживающая способность растительной ткани и тем лучше растение противостоит обезвоживанию [1, 3–5].

Оценка водоудерживающей способности листьев некоторых представителей семейства маслиновые (*Oleaceae*, L) – сирени обыкновенной (*Syringa vulgaris* L.), сирени венгерской (*Syringa josikae*, J.) и бирючины обыкновенной (*Ligústrum vulgáre* L.) – показывает зависимость растений от наличия воды в листьях. Учет оценок водоудерживающей способности

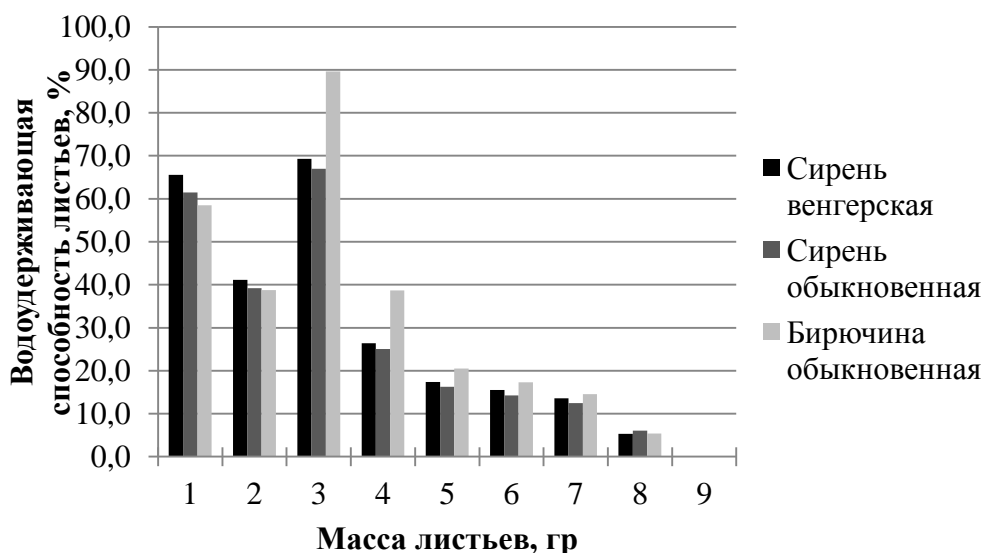
отталкивался от методической платформы [1, 3–5], показывающей процесс испарения воды с надземных органов культур.

Объектом исследования выступали представители семейства маслиновые, произрастающие в культурных посадках, озеленяющих территорию «Нижегородской ГСХА» Нижнего Новгорода. Заготовка проходила в 3-й декаде августа 2018 г. Для проведения опыта собиралось по 20 листьев с учетных растений с нормально развитых побегов из средней части кроны в утреннее время. Взвешивание проводилось на трехразрядных электронных весах Acculab с точностью до 0,001 г. Контрольный замер с нахождением оптимальной влаги для произрастания производился сразу после сбора листьев. Далее для достижения полного насыщения водой каждый образец полностью погружался в индивидуальную пронумерованную емкость с водой на 8 ч. По истечении этого времени полностью насыщенный влагой исследуемый материал вынимался, промакивался фильтровальной бумагой и повторно взвешивался. Последующие взвешивания проводились 5 раз через каждые 24 ч. Затем листья складывались в бумажные конверты на 6 мес. для определения воздушно-сухой массы образцов. Окончательно исследуемый материал для взвешивания высушивают в сушильном шкафу при температуре 105 °С в течение 8 ч.

Математическая обработка экспериментальных данных выполнена по стандартным методикам с использованием программы для статистической обработки данных Microsoft Excel.

Анализ данных 3 представителей семейства маслиновые, относящихся к родам бирючина (*Ligustrum L*) и сирень (*Syringa L.*), бирючина обыкновенная, сирень обыкновенная, сирень венгерская показал неравномерную водоудерживающую способность листьев относительно каждого вида. Чем большее количество воды (в %) растение способно сохранить после высушивания, тем выше его водоудерживающая способность.

Анализируя полученные результаты, представленные на рисунке, можно сделать вывод о том, что водоудерживающая способность зависит от времени сушки. При насыщении листа водой в течение 8 ч её количество наиболее возросло в случае с сиренью венгерской (41,14 %) и наименее – в случае с бирючиной обыкновенной (38,75 %). По истечении 24 ч высушивания после насыщения лист обладал наибольшей водоудерживающей способностью, чем в остальных экспозициях во всех представленных видах. В случае с бирючиной обыкновенной водоудерживающая способность является наибольшей и составляет 89,6 %, у сирени венгерской – 69,3 % и меньше у сирени обыкновенной – 66,9 %. Воздушно-сухая масса листьев показывает высокую потерю воды с меньшей степенью водоудерживающей способности у сирени венгерской – 5,3 %, сирени обыкновенной – 6 %.



Средние показатели водоудерживающей способности листьев  
в зависимости от массы в разных экспозициях:

1 – исходная масса, 2 – насыщенная масса (через 8 ч), время сушки: 3 – 24 ч,  
4 – 48 ч, 5 – 72 ч, 6 – 98 ч., 7 – 120 ч, 8 – воздушно-сухая масса (через 6 мес.),  
9 – абсолютно сухая масса

От водоудерживающей способности листьев в первую очередь зависит продолжительность устойчивости растений к засухе, что в полной мере характеризует состояние урбанизированных территорий. Исследуемые виды показали высокую способность накапливать воду в листьях.

### Библиографический список

1. Бессчетнова Н.Н., Мартынова Н.В. Эффективность вегетативного размножения представителей семейства маслиновые (Oleaceae L.) в условиях интродукции // Биологическое разнообразие лесных экосистем: состояние, сохранение и использование: матер. Междунар. науч.-практ. конф., Гомель, 13-15 ноября 2018 г. / Институт леса НАН Беларуси; редколлегия: А.И. Ковалевич [и др.]. – Гомель: Институт леса НАН Беларуси, 2018. – С. 190–193.
2. Данчева А.В., Залесов С.В. Экологический мониторинг лесных насаждений рекреационного назначения: учеб. пособие. – Екатеринбург: УГЛТУ, 2015. – 152 с.
3. Бессчетнова Н.Н. К методике определения периода критического обезвоживания хвои плюсовых деревьев сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) // Вестник Марийского государственного технического университета. Серия: Лес. Экология. Природопользование. – 2011. – № 2 (12). – С. 3–12.
4. Бессчетнова Н.Н. Сравнительная оценка клонов плюсовых деревьев сосны обыкновенной по темпам водопотери хвои // Вестник Московского

государственного университета леса. Лесной вестник. – 2011. – № 3 (79). – С. 36–41.

5. Бессчетнова Н.Н. Содержание сухого вещества в хвое клонов плюсовых деревьев сосны обыкновенной // Вестник Московского государственного университета леса. Лесной вестник. – 2011. – № 5 (81). – С. 15–19.

УДК 332.36

О. Б. Мезенина, М. В. Кузьмина, А. Д. Михайлова, Е. А. Прокопьева  
(О. В. Mezenina, M. V. Kuzmina, A. D. Mikhailova, E. A. Prokopyeva )  
УГЛТУ, Екатеринбург  
(USFEU, Yekaterinburg)

# **ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ДЛЯ ОЦЕНКИ ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЛЕСНЫХ УЧАСТКОВ** (ENVIRONMENTAL INDICATORS FOR ASSESSING THE POSSIBILITY OF USING FOREST PLOTS)

*Рассмотрены варианты экологических показателей использования земель лесного фонда, которые особенно необходимы для оценки рекреационных территорий. С учетом имеющихся научных разработок предлагается их подразделить на натуральные и стоимостные.*

*Options for environmental indicators of forest land use, which are especially necessary for evaluating recreational areas are considered in the article. Taking into account the available scientific developments, it is proposed to divide them into physical and value terms.*

Согласно научным наработкам на сегодняшний день можно представить следующие экологические *натуральные* показатели оценки лесных участков [1, 2].

1. Экологическое разнообразие территории представим по разработкам Ю. Э. Мандер, Ю. П. Сультс, В. М. Яцухно:

$$J = \sum liPi/S f(S), \quad f(S_1) = \sqrt{S/S - S_1}, \quad (1)$$

где J – индекс экологического разнообразия ландшафта; *li* – длина *i*-го экотона, м, т. е. длина границ другого вида угодий, приходящихся на 1 га территории; *Pi* – качество *i*-го экотона; *S* – площадь территории, га; *S*<sub>1</sub> – площадь естественных компенсирующих участков, га.

Можно использовать более целесообразную упрощенную формулу, так как качество экотонов трудно выявить:

$$J = \sum li / (S - S_1) . \quad (2)$$

Изменение разнообразия территории, происходящее в результате мелиорации, рекультивации, других мероприятий по улучшению угодий, можно определить по формуле

$$J = J_1 - J_2 / J_1 \cdot 100, \quad (3)$$

где  $J_1$  и  $J_2$  – индексы разнообразия территории до и после мелиорации.

Для измерения экологического разнообразия существуют элементарный, функциональный и топологический подходы. В землеустройстве наиболее целесообразен топологический подход, при котором основное внимание обращено на геометрию территории, ареалы, их границы и так называемые «узловые пункты», при лесоустройстве – топологический и функциональный подходы.

2. Густота сети границ представлена формулой [2]

$$T = (L_p + L_l + L_k + R_l + R_v + R_{cx}) / S , \quad (4)$$

где  $L_p$ ,  $L_l$ ,  $L_k$  – соответственно длина гидрологической сети; лесных полос, опушек леса; дорог, искусственных линейных сооружений и коммуникаций, км;  $R_l$ ,  $R_v$ ,  $R_{cx}$  – соотношение периметра лесных массивов, водоемов и сельскохозяйственных угодий, км;  $S$  – площадь анализируемой территории, км<sup>2</sup>.

3. Количество и площадь контуров угодий, приходящаяся на 1 км<sup>2</sup> (1 га) территории.

4. Длина экотонов (т. е. смежных границ различных угодий), приходящаяся на 1 км<sup>2</sup> (1 га) территории лесного комплекса.

5. Индекс продуктивности лесного ландшафта (или его частей) с учетом «краевого эффекта»:

$$J_{\Pi} = LK_{\Pi p} / P, \quad (5)$$

где  $L$  – длина экотонов, м;  $P$  – площадь ландшафта, м<sup>2</sup>;  $K_{\Pi p}$  – коэффициент увеличения продуктивности примыкающих к лесу культур вследствие «краевого эффекта», примерно равный 0,1–0,2.

6. Количество и средний размер экологически устойчивых участков (ЭУУ) по видам угодий (или разрешенного пользования), шт., га.



7. Коэффициент лесистости территории определяется как отношение площади, покрытой лесом, к общей площади территории и например, для Свердловской области составляет 68.7 %.

8. Коэффициент разбросанности массивов (участков) леса представим формулой

$$K_{pz} = 0.3 \sqrt{Pn(n-1)/\sum l}, \quad (6)$$

где  $P$  – средняя площадь одного ЭУУ массива леса, га;  $n$  – количество ЭУУ массивов леса;  $\sum l$  – сумма измерений взаимных расстояний между ЭУУ массивами леса, км.

9. Практика лесопользования подтверждает, что наиболее освоенными лесами являются те, где сильнее развита транспортная инфраструктура. В этой связи выглядит весьма важным использование транспортных показателей для оценки конкурентоспособности лесных ресурсов. Из них наиболее подходящим является коэффициент транспортной доступности эксплуатационных лесных ресурсов, так как именно он определяет транспортные расходы на лесозаготовках [3]:

$$K_{\text{дост}} = 1 / l_{\text{вывоз}}, \quad (7)$$

где  $l_{\text{вывоз}}$  – среднее расстояние вывозки древесины.

Согласимся с мнением ученых [1, 3], которые при анализе состояния и развития лесного хозяйства признают высокую важность транспортного фактора, определяющего доступность лесных ресурсов для их воспроизводства. Они выделяют «густоту сети дорог общего пользования, лесозаготовительного и лесохозяйственных», которая также показывает способность лесохозяйственной деятельности комплексно охватывать имеющуюся лесную площадь и обеспечивать на ней воспроизводство лесных ресурсов.

Формула для расчета данного показателя:

$$L = l_d / S_T, \quad (8)$$

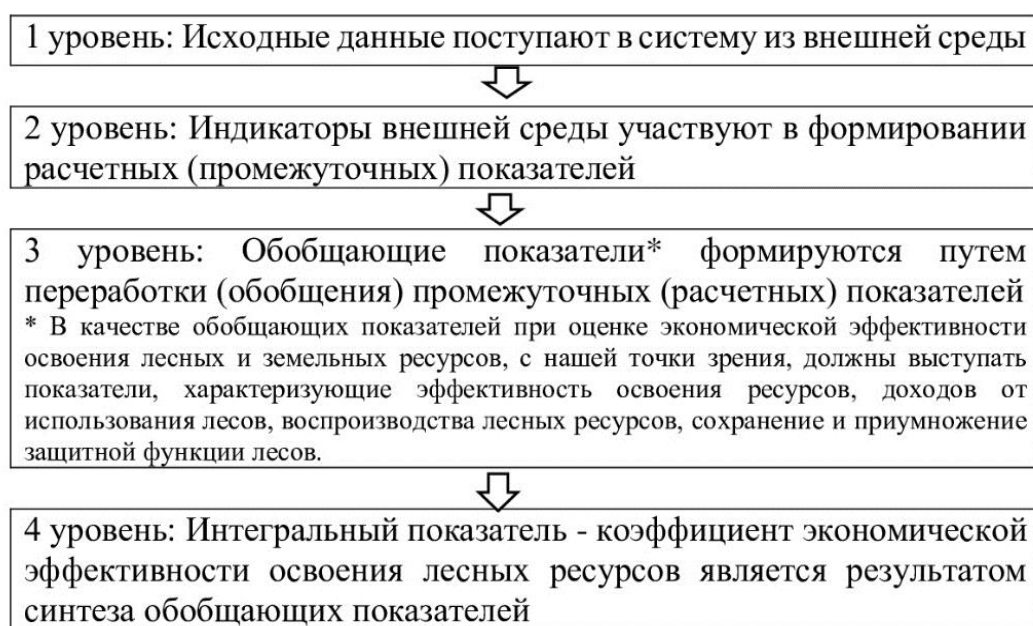
где  $L$  – протяженность дорог общего пользования, лесозаготовительного и лесохозяйственных;  $S_T$  – площадь территории.

Представим далее к обсуждению выделенную нами при проведении исследования вторую группу основных экологических показателей оценки лесного участка – *стоимостные* (с учетом исследований [2, 4]):

- капитальные затраты на природоохранные мероприятия;
- издержки на поддержание природоохранных сооружений в рабочем состоянии;

- стоимость дополнительной продукции, полученной вследствие «краевого эффекта» и др.;
- стоимость проведения мониторинга земельных и лесных ресурсов.
- стоимость противопожарных мероприятий.

Представим вариант как можно использовать алгоритм предложенных критериев оценки (рисунок).



Обобщенная схема использования предлагаемых экологических показателей использования земель лесного фонда

Так как отобранные показатели имеют разную размерность, можно предложить перевести их в индексы.

Для этого среди оцениваемых лесных ресурсов необходимо выбрать «базовые». Затем необходимо рассчитать сами индексы как отношение величины показателя оцениваемых лесных ресурсов к величине того же самого показателя «базовых» лесных ресурсов по формуле

$$K = Q_n / Q_{\text{баз}}, \quad (9)$$

где  $Q_n$  – величина показателя лесных ресурсов  $n$ ,  $Q_{\text{баз}}$  – величина показателя «базовых» лесных ресурсов.

Следующим шагом является определение интегрального показателя эффективности лесных ресурсов  $K_{\text{ф}}$  по средней арифметической взвешенной, который должен объединить в себе все единичные показатели конкурентоспособности:

$$K_{fr} = \sum W_i k_i, \quad (10)$$

где  $k_i$  – единичные показатели конкурентоспособности общим числом  $n$ ;  
 $W_i$  – весомость (значимость) единичных показателей.

Например, в качестве критерия ученые Н. А. Бурдин, Н. И. Кожухов и А. П. Петров используют сопоставление получаемых результатов  $R$  с затратами ресурсов  $M$ . На учет этих показателей в своих работах также указывают А. П. Белаенко, Н. А. Бурдин, Н. А. Моисеев, П. Ф. Передерий, А. П. Петров и М. Тацун.

Возможные критерии повышения устойчивости системы землепользования лесного комплекса могут быть следующими (с учетом [4]).

1. Эффективность ведения лесного хозяйства, определяется по формуле

$$\mathcal{E}_{\text{лх}} = D_{\text{л}} / Z_{\text{лх}} \cdot 100, \quad (11)$$

где  $D_{\text{л}}$  – лесные доходы всех видов, тыс. руб.;  $Z_{\text{лх}}$  – затраты на ведение лесного хозяйства, тыс. руб.

2. Доля экономики лесного комплекса региона в валовом продукте:

$$C_{\text{л}} = P_{\text{лср}} / \text{ВП}_p \cdot 100, \quad (12)$$

где  $P_{\text{лср}}$  – валовая продукция лесного сектора, тыс. руб.;  $\text{ВП}_p$  – валовой продукт региона, тыс. руб.

3. Доля покрытой лесом площади в общей площади лесного фонда:

$$\text{ЛП} = P_{\text{лп}} / O_{\text{л}}, \quad (13)$$

где  $P_{\text{лп}}$  – покрытая лесом площадь, га;  $O_{\text{л}}$  – общая площадь лесного фонда, га.

4. Доля общей и покрытой лесом площади, подверженной антропогенному влиянию, ( % ( $\text{ЛО}_{\text{ант}}$ ;  $\text{ЛП}_{\text{ант}}$ )):

$$\text{ЛО}_{\text{ант}} = T_{\text{ант}} / O_{\text{л}}, \quad (14)$$

$$\text{ЛП}_{\text{ант}} = T_{\text{ант}} / P_{\text{лп}}, \quad (15)$$

где  $T_{\text{ант}}$  – площадь территории антропогенных воздействий, га;

$P_{\text{лп}}$  и  $O_{\text{л}}$  – лесопокрытая и общая лесная площадь.

5. Суммарная удельная техногенная нагрузка на лесные экосистемы (коэффициент  $K_{\text{т.н}}$ ):

$$K_{\text{т.н}} = (S_{\text{н.п}} + S_{\text{бур}} + S_{\text{тр}} + S_{\text{др}}) / O_{\text{л}}, \quad (16)$$

где  $S_{н.п}$  – площадь, пострадавшая при разрыве нефтепровода (как пример), га;  
 $S_{бур}$  – площадь загрязнения на буровых, га;  
 $S_{тр}$  – площадь загрязнения при транспортировке грузов, га;  
 $S_{др}$  – другие причины загрязнения;  
 $O_{л}$  – площадь лесных экосистем.

Выбранные показатели в целом отражают характеристики земельных и лесных ресурсов, возможности и целесообразности их последующей эксплуатации с учетом их качества, производительности, ценности, транспортной доступности, т.е. ключевых характеристик, интересующих лесопользователя.

В своей статье мы тезисно представили свои результаты исследований и выводы по определению показателей для оценки лесных и земельных ресурсов для их использования.

### *Библиографический список*

1. Мезенина О. Б. Формирование эффективной системы управления земельными ресурсами в лесном комплексе Российской Федерации (теория, методология, практика): дис. ... д-ра экон. наук: 08.00.05 / Мезенина Ольга Борисовна. – М.: РГБ, 2013 (Из фондов Российской государственной библиотеки). – 383 с.
2. Варламов А.А., Волков С.Н., Лойко П.Ф. Новые земельные отношения в Российской Федерации // Земельный вестник России. – 2005. – № 1–2.
3. Зайцев А.В. Управление устойчивым развитием лесного комплекса региона: дис. ... канд. экон. наук: 08.00.05 / Зайцев Артем Владимирович. – М.: РГБ, 2010 (Из фондов Российской государственной библиотеки).
4. Крупинин Н.Я. Методология мониторинга развития лесного хозяйства и лесопользования на интенсивно осваиваемых территориях (на примере ХМАО-ЮГРЫ): дис. ... д-ра экон. наук / Крупинин Н.Я. – Екатеринбург, 2009.

УДК 630\*30

А. В. Мехренцев, А. Ф. Уразова  
(A. V. Mekhrentsev, A. F. Urazova)  
УГЛТУ, Екатеринбург  
(USFEU, Yekaterinburg)

**ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ  
РАЦИОНАЛЬНОГО ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ  
В ОЦЕНКЕ РОЛИ ТРАНСГРАНИЧНЫХ ЛЕСОВ ЕВРАЗИИ  
(ECOLOGICAL ASPECTS OF ENVIRONMENTAL MANAGEMENT IN  
ASSESSING THE ROLE OF TRANSBOUNDARY FORESTS IN EURASIA)**

*Рассмотрено изменение фитомассы и чистой первичной продукции древесного яруса пихтовых насаждений в градиенте загрязнения от Среднеуральского медеплавильного завода.*

*The article describes changes in the phytomass and net primary production of the wood layer of fir stands in the pollution gradient from the Sredneuralsky copper smelter.*

Лесным экосистемам как поглотителям атмосферного углерода отводится важная роль в сокращении выбросов углекислого газа. Способность лесов изымать из атмосферы углерод и продуцировать органическое вещество является основой их функционирования. В настоящее время в мире активно совершенствуются технологии оценки углероддепонирующей функции лесного покрова, при этом наиболее остро стоит проблема нехватки эмпирической информации о биологической продуктивности лесных фитоценозов (насаждений), полученной на пробных площадях (ключевых участках). Особый интерес представляет для исследователей глобальное значение трансграничных лесов Евразии для снижения техногенных угроз.

Наряду с биологической продуктивностью лесных фитоценозов на территории трансграничных лесов Евразии в формировании их глобальной роли огромное значение играет разнообразная деятельность человека, направления которой определяются стремлением человека использовать многообразные функции лесов. Именно в ракурсе человеческой деятельности следует оценивать ее техногенные последствия для лесов. Прежде всего участие человека в использовании полезностей лесных фитоценозов связано с ведением лесного хозяйства, для реализации которого требуется выполнение сложного технологического процесса, что характеризуется взаимодействием компонентов системы человек – технологии – природа в конечном итоге с целью создания прибавочной стоимости. При этом, безусловно, должна решаться многофункциональная задача устойчивого лесопользования в различных природных условиях, обусловленных располо-

жением трансграничных лесов Евразии. Особенностью техногенного воздействия на лесные экосистемы Урала является наличие большого количества предприятий цветной металлургии. Одним из наиболее интенсивных источников токсичных выбросов (главным образом это соединения серы и тяжелые металлы) в атмосферу является медеплавильное производство, в частности Среднеуральский медеплавильный завод (СУМЗ), расположенный в районе городов Ревда и Первоуральск. Леса, подверженные воздействию СУМЗ, находятся в ведении Билимбаевского лесничества Свердловской области. Оно расположено на территории, подчинённой в административном отношении городу Первоуральску. По лесорастительному районированию Б. П. Колесникова [1], территория лесничества отнесена к подзоне южно-таёжных лесов и приурочена к Среднеуральской горной провинции. Эта территория имеет особое экологическое значение, так как именно здесь, по границе Европы и Азии, проходит водораздел крупнейших рек России.

Исходя из вышеизложенного, актуальны оценка и анализ изменения биологической продуктивности прилегающей к СУМЗ темнохвойной тайги в градиенте производимых им загрязнений. Результаты подобных исследований дают возможность решения следующих задач:

- оценить действительный продукционный потенциал подверженных загрязнению лесных площадей,
- внести коррективы в их углероддепонирующую емкость, создать основу для эколого-экономической оценки потерь, обусловленных аэрозольными загрязнениями,
- выработать лесоводственно-технологические рекомендации по ведению лесного хозяйства на прилегающих лесных землях.

Проведенные исследования [2] позволили получить закономерности изменения биологической продуктивности пихты сибирской в градиенте загрязнений от СУМЗ, установленные на основе предложенных относительных количественных показателей, создать таблицы для определения количественных показателей фитомассы и чистой первичной продукции (ЧПП) деревьев пихты сибирской, а также их квалитетических характеристик в градиенте загрязнений от СУМЗ.

В исследованиях биологической продуктивности лесов и разработке нормативов для учета всех фракций фитомассы необходимо знание закономерностей динамики не только количественных, но и их качественных характеристик, варьирующих с возрастом, экологическими и другими факторами. Задача исследования квалитетических характеристик деревьев и древостоев состоит в разработке принципов многомерного подхода к объяснению возрастной и экологической изменчивости плотности и содержания абсолютно сухого вещества древесины и коры, что было осуществлено В. А. Усольцевым [3]. Им также выявлены соотношения между локальными и средними квалитетическими показателями. С учетом изменения

площади сечения по высоте ствола средние значения определены как величины, взвешенные по его площади сечения. Результаты определения фитомассы и ЧПП древесного и нижнего (подрост и подлесок) ярусов по данным модельных деревьев и инструментальной таксации насаждений приведены в табл. 1.

Таблица 1

Показатели надземной фитомассы и ЧПП пихтово-еловых древостоев в градиенте загрязнений от СУМЗ

L, км	Фитомасса фракций, т/га					Годичная ЧПП, т/га				
	Ствол	Ветви	Хвоя	Основной ярус	Нижний ярус	Ствол	Ветви	Хвоя	Основной ярус	Нижний ярус
1	62,8	18,0	11,9	92,7	3,40	1,61	0,44	2,16	4,21	0,17
2	106,2	23,7	15,0	144,9	5,60	2,78	0,74	2,26	5,79	0,85
4	147,7	22,9	15,9	186,5	3,36	2,77	0,54	3,10	6,40	0,24
7	175,1	30,1	21,9	227,1	1,90	4,19	0,84	4,66	9,69	0,21
30	156,1	28,3	13,4	197,9	2,20	2,47	0,81	3,39	6,67	0,91

Составлены также таксационные таблицы, предназначенные для оценки фитомассы и ЧПП деревьев пихты сибирской на Среднем Урале (табл. 2).

Таблица 2

Таблица для оценки фитомассы, кг, деревьев пихты сибирской на Среднем Урале

Фракция фитомассы	Диаметр ствола на высоте груди, см								
	8	12	16	20	24	28	32	36	40
Ствол	8,44	23,6	48,8	85,9	136,3	201,3	282,3	380,4	496,7
Ветви	2,04	5,26	10,3	17,3	26,5	38,0	51,8	68,3	87,3
Хвоя	1,66	3,91	7,18	11,5	16,9	23,4	31,1	39,8	49,8
Итого	12,1	32,7	66,3	114,7	179,7	262,7	365,2	488,5	633,8

В надземной фитомассе пихты наибольшая доля приходится на ствол и наименьшая – на хвою. С увеличением диаметра ствола изменяется фракционная структура фитомассы: масса ствола увеличивается с 70 до 78 %, а масса кроны, напротив, уменьшается: ветвей – с 17 до 14 % и хвои – с 13 до 8 %.

Совершенно иные фракционная структура ЧПП и закономерности ее изменения с учетом диаметра ствола, высоты дерева и возраста насаждения.

При увеличении диаметра ствола с 16 до 40 см и при условии одних и тех же значений высоты и возраста дерева ЧПП ствола возрастает в 4 раза, ветвей – в 7 раз и хвои – в 4 раза. При увеличении высоты дерева с 4 до 24 м и при условии одних и тех же значений диаметра ствола и возраста ЧПП ствола возрастает в 7 раз, ветвей – в 1,2 раза и хвои – в 6 раз. При увеличении возраста равновеликих деревьев с 40 до 100 лет ЧПП ствола сокращается в 2 раза, ветвей – в 2 раза и хвои – в 1,6 раза.

Одним из наиболее информативных количественных показателей при оценке повреждающего воздействия загрязнений на деревья является продуктивность ассимиляционного аппарата дерева, выраженная отношением годовичного прироста фитомассы к массе хвои.

Результаты исследования, представленные в табл. 3, свидетельствуют о том, что продуктивность хвои как по прямому, так и по косвенному ее показателю снижается с возрастом дерева в пределах одной зоны загрязнения, а у деревьев одного и того же возраста – по мере приближения к источнику загрязнений.

Таблица 3

Изменение продуктивности хвои деревьев пихты разного возраста  
в связи с удалением от СУМЗ

L, км	Продуктивность хвои $Z_g/P_f$ (см <sup>2</sup> /кг) при возрасте дерева, лет					Продуктивность хвои $Z_g/G_z$ (см <sup>2</sup> /см <sup>2</sup> ) при возрасте дерева, лет				
	40	60	80	120	160	40	60	80	120	160
1	0,678	0,513	0,421	0,318	0,261	0,155	0,097	0,069	0,043	0,031
2	0,740	0,559	0,459	0,347	0,285	0,188	0,118	0,084	0,053	0,038
4	0,807	0,610	0,501	0,379	0,311	0,228	0,143	0,102	0,064	0,046
7	0,866	0,655	0,537	0,406	0,333	0,266	0,167	0,119	0,075	0,054
30	1,040	0,787	0,645	0,488	0,400	0,400	0,250	0,179	0,112	0,080

По результатам исследований можно сделать следующие выводы.

1. Считаем целесообразным вести постоянный мониторинг состояния лесов, их углероддепонирующей функции на территориях, прилегающих к крупным металлургическим предприятиям по изложенной методике.

2. В градиенте загрязнений фитомасса древостоев увеличивается по мере удаления от СУМЗ в диапазоне от 1 до 4 км с 93 до 187 т/га, а при дальнейшем удалении стабилизируется на уровне 198–227 т/га. ЧПП соответственно вначале возрастает с 4,2 до 6,4 т/га в том же диапазоне удаления от СУМЗ, а затем стабилизируется в пределах 6,7–9,7 т/га.

3. В направлении от основания к вершине ствола плотность древесины у пихты возрастает, а коры снижается в том же направлении; содержание сухого вещества в том же направлении в древесине и коре уменьшается. Плотность древесины снижается в направлении от мелких деревьев к



крупным, а для коры тренд противоположный. По мере увеличения диаметра ствола содержание сухого вещества в ветвях и хвое возрастает.

4. По мере удаления от СУМЗ содержание сухого вещества как в древесине ствола, так и в его коре возрастает. Плотность в свежем состоянии в том же направлении у пихты увеличивается в коре, а по древесине закономерность противоположная. Содержание сухого вещества в ветвях возрастает по мере удаления от СУМЗ, а в хвое – соответственно по мере увеличения возраста дерева при прочих равных условиях.

5. По результатам проведенных исследований следует рекомендовать разработку модели снижения лесопожарных угроз за счет исследования запасов биомассы перестойной древесины и горючей древесной массы, развития экологически чистых биоэнергетических технологий для обеспечения населения, транспорта и производств современными видами нормированного древесного топлива.

Работа выполняется в соответствии с проектом тематики научных исследований, включаемых в планы научных работ научных организаций и образовательных организаций высшего образования, РАН. Тема: «Экологические аспекты рационального природопользования». Код научной темы FEUG-2020-0013.

#### *Библиографический список*

1. Колесников Б.П., Зубарева Р.С., Смолоногов Е.П. Лесорастительные условия и типы лесов Свердловской области. – Свердловск: УНЦ АН СССР, 1973. – 176 с.
2. Уразова А.Ф. Биологическая продуктивность пихты сибирской в градиенте атмосферных загрязнений на Урале: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук / Уразова А.Ф. – Екатеринбург: УГЛТУ, 2011. – 21 с
3. Усольцев В.А. Рост и структура фитомассы древостоев. – Новосибирск: Наука, 1988. – 253 с.

УДК 630.265 (574)

З. Я. Нагимов, И. А. Здорнов  
(Z. Ya. Nagimov, I. A. Zdornov)  
УГЛТУ, Екатеринбург  
(USFEU, Yekaterinburg)  
ДППР ЯНАО, Салехард  
(DPRR YaNAO, Salekhard)

**ОСОБЕННОСТИ РОСТА ДРЕВОСТОЕВ РАЗЛИЧНЫХ ПОРОД  
В ПРИДОРОЖНЫХ ЗАЩИТНЫХ ЛЕСНЫХ ПОЛОСАХ  
СЕВЕРНОГО КАЗАХСТАНА**  
(FEATURES OF STANDS GROWTH OF VARIOUS BREEDS  
IN ROADSIDE PROTECTIVE FOREST STRIPS  
OF NORTHERN KAZAKHSTAN)

*В придорожных защитных лесных полосах при одинаковом возрасте древостои разных пород характеризуются различными таксационными показателями. Наиболее высокие показатели (средние значения диаметра и высоты и запас) характерны для древостоев тополя. На втором месте по этому признаку находятся древостои березы. Далее по убыванию таксационных показателей располагаются древостои сосны, ясеня и вяза.*

*In roadside protective forest strips at the same age, stands of different breeds are characterized by different taxation indicators. The highest indicators (average values of diameter and height, etc.) are characteristic of poplar stands. The stands of birch are on the second place on this basis. Then, in descending order of taxation indicators, stands of pine, ash and elm are located.*

В малолесных районах Северного Казахстана защитно-мелиоративную роль придорожных защитных лесных полос (ПрЗЛП) трудно переоценить. Являясь неотъемлемой частью экологического каркаса территории, они не только защищают дороги от снежных заносов, но и выступают одновременно в роли полезащитных полос, выполняют разнообразные санитарно-гигиенические и социальные функции. Полезные функции защитных насаждений определяются их количественными и качественными характеристиками. Поэтому эффективность работ по созданию и эксплуатации защитных лесных полос во многом зависит от степени изученности особенностей роста функционирующих на исследуемой территории защитных насаждений.

Объектом исследований явились искусственно созданные ПрЗЛП различных конструкций и разного возраста на территории Северо-Казахстанской (лесостепная зона) и Костанайской (степная) областей. Они представлены древостоями следующих древесных пород: тополя бальза-

мического (Тбз), березы повислой (Бпв), сосны обыкновенной (Соб), вяза обыкновенного (Воб) и клена ясенелистного (Кяс).

Исследования проводились методом пробных площадей (ПП), которые закладывались с учетом теоретических положений лесной таксации и требований ОСТ 56-69-83. В ПрЗЛП из березы повислой были взяты 60 модельных деревьев, у которых, помимо общепринятых таксационных показателей, определялась надземная фитомасса. На всех ПП значительное количество модельных деревьев (15–25 шт.) таксировалось без рубки. У них определялись диаметр и высота ствола, протяженность и диаметр кроны. Таксационные показатели модельных деревьев и древостоев определялись в соответствии с общепринятыми в лесотаксационной практике методами [1]. При определении запаса древостоев на 1 га ширина ПрЗЛП определялась с учетом закраек (2 м).

Исследования проводились с 2014 по 2020 гг. В ПрЗЛП заложено 24 ПП, на которых замерено 5883 диаметра и 777 высот деревьев. У 298 деревьев определены протяженность и диаметр крон. Из 24 исследованных полос 8 имеют ажурную конструкцию, 2 – плотную, остальные 14 – различные переходные формы.

Мелиоративную роль ПрЗЛП принято связывать с их конструкцией. В то же время доказано, что полосы визуальной одинаковой конструкции могут характеризоваться различной ветропроницаемостью и, как следствие, отличаться степенью мелиоративного влияния. В последние годы признается, что мелиоративная эффективность защитных полос главным образом определяется фитомассой их насаждений [2, 3]. Известно, что надземная фитомасса древостоев очень тесно связана с показателями их роста: средними значениями диаметра и высоты, густотой и запасом [4]. В этой связи актуальность оценки таксационных показателей древостоев ПрЗЛП не вызывает сомнений.

Таксационная характеристика древостоев исследованных ПрЗЛП приведена в таблице. Анализ ее данных свидетельствует, что в защитных полосах, созданных вдоль автомобильных дорог Северного Казастана, при одинаковом (примерно одинаковом) возрасте древостои разных пород характеризуются различными таксационными показателями. Наиболее высокие показатели (средние значения диаметра и высоты и запас) характерны для древостоев тополя бальзамического. На втором месте по этому признаку находятся древостои березой повислой. Далее по убыванию таксационных показателей располагаются древостои сосны обыкновенной, ясеня обыкновенного и вяза обыкновенного.

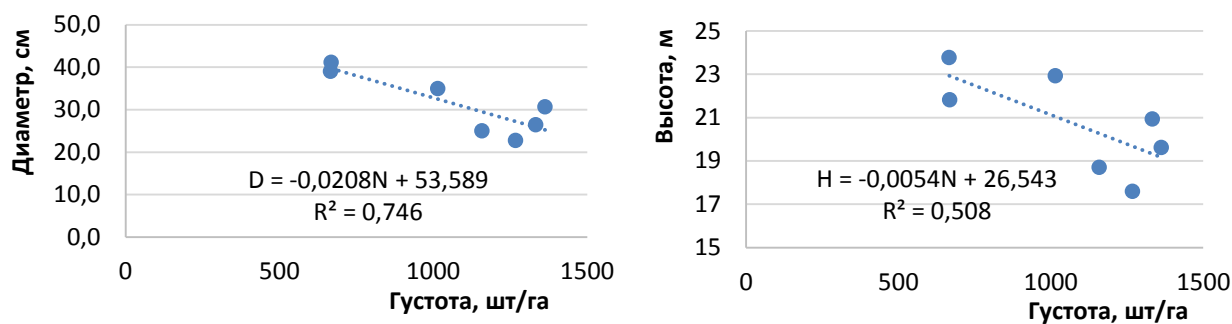
Таксационные показатели древостоев в защитных полосах, как и в естественных насаждениях, тесно связаны с густотой их произрастания.

Густота древостоев в исследуемых полосах в первую очередь обуславливается их конструкцией, а в процессе возрастного развития изменяется под воздействием комплекса почвенных и климатических факторов.

## Таксационная характеристика древостоев ПрЗЛП

№ пп	Поро- да	Возраст, лет	Средние		Запас, м <sup>3</sup> /га	Густо- та, шт./га	Класс бони- тета
			диаметр, см	высота, м			
1	Бпв	57	18,6±0,26	17,64±0,9	496,7	2202	II
2	Тбз	47	25,0±0,19	18,70±0,8	408,1	1159	II
3	Соб	47	24,6±0,33	10,06±0,3	178,0	475	IV
4	Тбз	47	41,4±1,54	21,82±0,9	737,4	669	I
5	Кяс	47	15,8±0,21	10,08±0,4	296,9	3000	III
6	Тбз	47	34,9±0,47	22,92±0,9	778,4	1015	I
7	Тбз	38	24,7±0,99	16,48±1,1	255,1	738	II
8	Тбз	47	30,6±0,42	19,61±0,9	734,3	1363	II
9	Бпв	27	16,9±0,37	13,95±0,7	93,2	646	Ia
10	Бпв	27	20,1±0,23	16,11±0,8	88,0	428	Ia
11	Воб	47	12,0±0,73	6,49±0,4	107,4	2063	V
12	Бпв	57	18,0±0,28	15,64±1,0	356,3	1707	III
13	Воб	47	12,3±0,48	8,81±0,4	222,6	4148	IV
14	Воб	47	11,2±0,54	8,32±0,6	202,9	4612	IV
15	Тбз	47	39,0±1,43	23,77±1,1	666,9	677	I
16	Бпв	38	22,4±0,41	18,50±0,9	385,1	1342	I
17	Бпв	54	16,2±0,21	15,24±0,7	272,0	2090	III
18	Бпв	55	15,4±0,14	15,16±0,8	285,1	2414	III
19	Бпв	55	18,6±0,39	17,36±0,9	241,7	1291	II
20	Бпв	41	15,4±0,32	15,91±0,5	323,5	2788	II
21	Тбз	47	26,4±0,34	20,93±0,9	578,4	1333	II
22	Тбз	48	22,7±0,14	17,59±0,6	356,9	1268	II
23	Тбз	38	23,8±0,25	17,18±0,7	505,4	1598	II
24	Тбз	58	20,8±0,30	16,65±0,5	440,7	1807	III

Влияние густоты  $N$  на средние значения диаметра  $D$  и высоты  $H$  древостоев показано на примере тополевых защитных полос 47-летнего возраста (рисунок). Данные, приведенные на рисунке, показывают, что средний диаметр и средняя высота древостоев тополя в исследуемых полосах закономерно уменьшаются с увеличением их густоты. Представленные зависимости в исследуемом сравнительно узком диапазоне густоты корректно описываются уравнением прямой. В целом статистические показатели уравнений (см. рисунок) дают основание считать их достаточно адекватными и корректными экспериментальным данным. При сравнении древостоев одинакового (или примерно одинакового возраста) уменьшение их средних значений диаметра и высоты с увеличением густоты произрастания наблюдается также в защитных полосах из берёзы (см. таблицу).



а б  
Зависимость среднего диаметра (а) и средней высоты (б)  
древостоев тополя 47-летнего возраста от густоты произрастания

В целом результаты исследований свидетельствуют, что наиболее перспективными породами для создания ПрЗЛП в условиях Северного Казахстана являются береза повислая, тополь бальзамический и сосна обыкновенная. Древостои этих пород в защитных насаждениях при прочих равных условиях отличаются наиболее высокими показателями роста.

### *Библиографический список*

1. Нагимов З. Я., Коростелев И. Ф., Шевелина И. В. Таксация леса: учеб. пособие. – Екатеринбург: УГЛТУ, 2010. – 300 с.
2. Танюкевич, В.В. Надземная фитомасса лесных полос, их влияние на ветровой режим и влагонакопление агроландшафтов // Научный журнал КубГАУ. – 2013. – №91(07). – С.986–1003.
3. Здорнов И. А., Нагимов З. Я. Фитомасса деревьев берёзы в придорожных защитных лесных полосах Северного Казахстана // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. – 2019. – № 226. – С. 20–32.
4. Нагимов З.Я. Закономерности роста и формирования надземной фитомассы сосновых древостоев: автореф. дис... д-ра с.-х. наук / Нагимов Зуфар Ягфарович. – Екатеринбург, 2000. – 40 с.

УДК 630.57

З. Я. Нагимов, И. В. Шевелина, А. И. Шомин, М. Р. Лузянина  
(Z. Ya. Nagimov, I. V. Shevelina, A. I. Shomin, M. R. Luzyanina)  
УГЛТУ, Екатеринбург  
(USFEU, Yekaterinburg)

**БИОМЕТРИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ  
САЖЕНЦЕВ СОСНЫ СИБИРСКОЙ В СКВЕРЕ «ДРУЖБА» УГЛТУ  
(BIOMETRIC PARAMETERS  
SIBERIAN PINE SEEDLINGS IN THE DRUZHBA PARK OF USFEU)**

*Проведены измерения биометрических показателей саженцев сосны сибирской в сквере «Дружба» УГЛТУ. Статистический анализ показал повышенный уровень варьирования у диаметра на шейке корня и высокий уровень варьирования у высоты, длины и диаметра проекции кроны саженцев.*

*Biometric parameters of seedlings of Siberian pine in the Park «Druzhba» of USFEU are measured. Statistical analysis showed an increased level of variation in the diameter at the root neck and a high level of variation in the height, length and diameter of the projection of the crown of seedlings.*

Сквер «Дружба» заложен пятого октября 2020 г. студентами и сотрудниками института леса и природопользования УГЛТУ совместно с представителями Ханты-Мансийского автономного округа – Югры. Закладка сквера приурочена к 90-летию юбилея округа (рис. 1).



Рис. 1. Общий вид сквера

На территории сквера высажены саженцы сосны сибирской кедровой. На рис. 2 представлено их размещение по его площади. Визуально можно выделить четыре объекта размещения: 1, 2 – линейные посадки, 3, 4 – куртинные. Всего было высажено 90 саженцев.

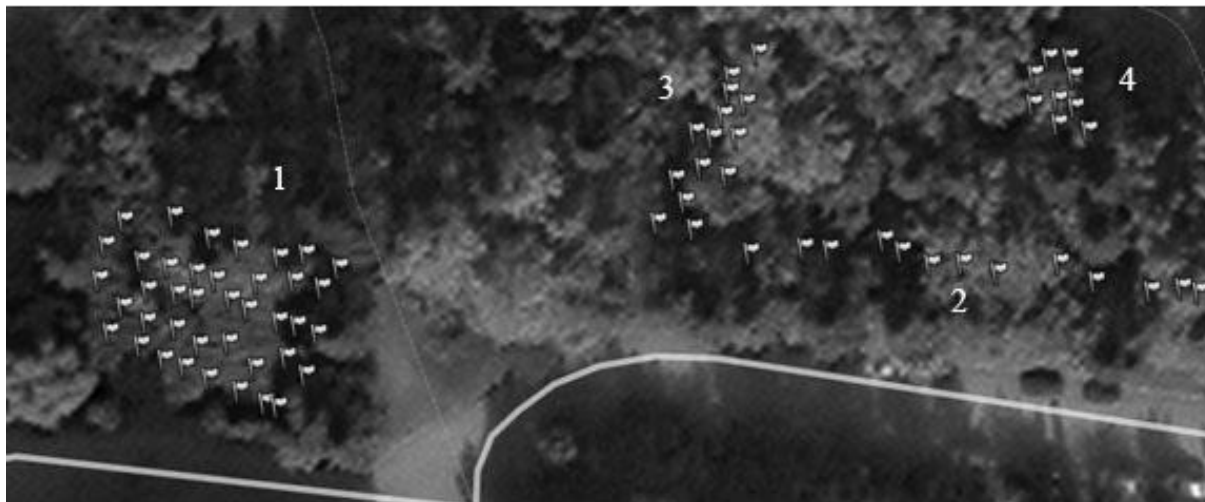


Рис. 2. Размещение саженцев на территории объекта 1

Цель исследования – изучить варьирование основных биометрических показателей саженцев сосны сибирской кедровой в сквере «Дружба» УГЛТУ.

В ходе работ у саженцев кедра были измерены следующие биометрические показатели: высота  $H$ , длина  $L_{кр}$  и диаметр проекции кроны в двух перпендикулярных направлениях  $D_{кр}$  мерной скобой, диаметр шейки корня  $D$  штангенциркулем. У каждого саженца было определено местоположение (географические координаты широта и долгота) с помощью геотрекера на смартфоне (см. рис. 2).

Распределение саженцев по объектам представлено в табл. 1. На момент измерения на территории сквера произрастало 78 саженцев.

Таблица 1

Распределение саженцев по объектам

№ объекта	Тип размещения саженцев	Количество саженцев, шт.
1	Линейное	41
2	Линейное	16
3	Куртинное	12
4	Куртинное	9
Итого		78

По данным обмеров саженцев сосны сибирской проведена статистическая обработка. В ходе статистического анализа, выполненного в программе Statistica 10, для каждого измеренного показателя рассчитаны следующие статистики: среднее  $M$ , ошибка среднего  $m_M$ , коэффициент вариации  $V$ , коэффициенты асимметрии  $Sk$  и эксцесса  $E$  и их ошибки  $m_{Sk}$ ,  $m_E$ , достоверность среднего  $t_M$ , точность опыта  $p$ . Основные результаты этой работы представлены в табл. 2.

Таблица 2

Основные статистики параметров саженцев

Параметры саженцев	Основные статистики						
	$M \pm m_M$	$V$	$Sk \pm m_{Sk}$	$E \pm m_E$	$t_M$	$t_{0,05}$	$p, \%$
$D, \text{ см}$	$1,14 \pm 0,03$	23,8	$0,61 \pm 0,27$	$0,06 \pm 0,54$	37,2	1,96	2,69
$H, \text{ см}$	$44,7 \pm 1,61$	31,8	$0,63 \pm 0,27$	$0,008 \pm 0,54$	27,8	1,96	3,60
$D_{кр}, \text{ см}$	$23,3 \pm 0,90$	34,1	$0,41 \pm 0,27$	$0,009 \pm 0,54$	29,9	1,96	3,86
$L_{кр}, \text{ см}$	$32,8 \pm 1,39$	37,4	$0,38 \pm 0,27$	$0,28 \pm 0,54$	23,6	1,96	4,23

Точность опыта  $p, \%$ , по отдельным биометрическим показателям саженцев сосны сибирской изменяется от 2,69 (достаточная) до 3,60–4,23 % (удовлетворительная). Средние значения ( $M$ ) всех измеренных показателей в высшей степени достоверны. Их достоверность подтверждается на 5 %-ном уровне значимости ( $t_M > t_{0,05}$ ). Численные значения  $t_{0,05}$  установлены по таблице значений  $t$ -Стьюдента при соответствующем числе степеней свободы [1].

Диаметр на шейке корня изменяется в диапазоне от 0,66 до 1,92 см. Среднее значение данного показателя составляет 1,14 см. Коэффициент вариации диаметра на шейке корня составляет 23,8 %. Сопоставление этого показателя с данными шкалы изменчивости количественных признаков растений С. А. Мамаева, позволяет констатировать уровень изменчивости диаметра как повышенный [2]. Уровень изменчивости признака по данным этой шкалы характеризуют коэффициенты вариации в пределах от 21 до 30 %.

Высота саженцев изменяется от 19,0 до 85,0 см. Среднее значение составляет 44,7 см. Коэффициент вариации высоты саженцев равен 31,8 %. По шкале С.А.Мамаева изменчивость высоты саженцев соответствует высокому уровню (31–40 %).

Диаметр проекции кроны саженцев изменяется в пределах от 6,3 до 43,5 см. Среднее значение составляет 23,3 см. Коэффициент вариации этого показателя равен 34,1 %, что соответствует высокому уровню изменчивости [2].



Длина кроны саженцев изменяется в пределах от 9,5 до 61,5 см. Среднее значение составляет 32,8 см. Коэффициент вариации длины кроны также можно охарактеризовать как высокий. Он составляет 37,4 %.

Для характеристики формы кривых распределения случайной величины определяются следующие статистики коэффициентов асимметрии и эксцесса. Ряды распределения количества саженцев по диаметру на шейке корня, высоте, длине и диаметру проекции кроны характеризуются положительной асимметрией – левым смещением кривых распределения по отношению к нормальной. Значения коэффициентов асимметрии рядов распределения саженцев по длине и диаметру проекции кроны на 5 %-ном уровне значимости недостоверны ( $t_{sk} < t_{0,05}$ ).

Коэффициенты эксцесса рядов распределения параметров саженцев сосны сибирской в наших исследованиях особой роли не играют, их значения недостоверны на 5 %-ном уровне значимости.

Проведенные работы – это первый шаг исследования саженцев в сквере «Дружба» УГЛТУ.

#### *Библиографический список*

1. Рокицкий П.Ф. Биологическая статистика. – Минск: Вышэйш. школа, 1973. – 320 с.
2. Мамаев С.А. Формы внутривидовой изменчивости древесных растений (на примере семейства Pinaceae на Урале). – М.: Наука, 1973. – 284 с.

УДК 591.5+595.771

Л. С. Некрасова, А. Ю. Лобко  
(L. S. Nekrasova, A. Yu. Lobko)  
УГЛТУ, Екатеринбург  
(USFEU, Yekaterinburg)

#### **КРОВОСОСУЩИЕ КОМАРЫ ВИСИМСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БИОСФЕРНОГО ЗАПОВЕДНИКА (MOSQUITOES OF THE VISIM STATE BIOSPHERE ZAPOVEDNIK)**

*Приведены новые сведения о фауне и сообществах кровососущих комаров в переходной зоне Висимского биосферного заповедника. Было выявлено 16 видов родов Coquillettidia, Culiseta, Aedes, Culex. В разных сообществах доминировали Aedes punctor и Aedes communis. Впервые отмечены 4 вида: Aedes cantans, Aedes flavescens, Culiseta bergrothi и Coquillettidia richiardii.*

*New date on the fauna and communities on the bloodsucking mosquitoes in transition area of the Visim state biosphere zapovednik are presented. 16 species were from the genus Coquillettidia, Culiseta, Aedes, Culex. In the different communities dominated Aedes punctor u Aedes communis. First marked 4 species: Aedes cantans, Aedes flavescens, Culiseta bergrothi и Coquillettidia richiardii.*

Кровососущие комары (Diptera: Culicidae) – важнейший компонент гнуса. Они являются вредными членистоногими в природной и городской среде, переносят возбудителей таких болезней, как малярия, туляремия, энцефалиты, лихорадка Западного Нила и др., вызывают аллергические реакции у человека, снижают производительность труда у работающих в лесу людей.

Исследования фауны и экологии кровососущих комаров Свердловской области были начаты в первой половине XX в. [1]. К настоящему времени в сосновых лесах окрестностей Екатеринбурга описаны 34 вида кровососущих комаров [2].

Изучение комаров важно проводить и на заповедных эталонных территориях как Свердловской области, так и Урала в целом. В июне-июле 2017 г. был собран материал в переходной зоне Висимского биосферного заповедника. Около пос. Лёвиха, расположенного в этой зоне вблизи границы буферной зоны заповедника, в разных биоценозах отловили на человеке почти 700 комаров. Комаров собирали в смешанном лесу около поселкового пруда, у озера в районе Петуховки, на берегу р. Тагил, у родника в Карпушихе, в смешанном лесу района Золотари.

В табл. 1 представлен список видов отловленных комаров и их количество в переходной зоне Висимского заповедника.

Таблица 1

Видовой состав кровососущих комаров в окрестностях пос. Лёвиха

Вид	Число комаров N, экз.	Индекс доминирования ИД, %
1	2	3
1. <i>Culiseta alaskaensis</i> Ludlow, 1906	20	3,0
2. <i>C. bergrothi</i> Edwards, 1776	6	0,9
3. <i>Coquillettidia richiardii</i> Ficalbi, 1889	4	0,6
4. <i>Aedes cantans</i> Meigen, 1818	5	0,75
5. <i>A. cinereus</i> Meigen, 1818	4	0,6
6. <i>A. communis</i> De Geer, 1776	106	16,32
7. <i>A. diantaeus</i> Howard, Dyar, Knab, 1907	1	0,15
8. <i>A. dorsalis</i> Meigen 1830	2	0,3
9. <i>A. excrucians</i> Walker, 1856	4	0,6

Окончание табл. 1

1	2	3
10. <i>A. flavescens</i> Muller, 1764	3	0,45
11. <i>A. intrudens</i> Dyar, Knab, 1907	52	7,77
12. <i>A. punctor</i> Kirby, 1837	373	55,84
13. <i>A. riparius</i> Dyar, 1919	2	0,3
14. <i>A. sticticus</i> Meigen, 1838	52	7,77
15. <i>A. vexans</i> Meigen, 1830	30	4,5
16. <i>Culex pipiens</i> Linnaeus, 1758	1	0,15
Всего	668	100

По результатам исследований были выявлены 16 видов кровососущих комаров четырех родов: *Culiseta*, *Coquillettidia*, *Aedes* и *Culex*. Наиболее часто встречаемыми видами являлись *A. punctor* и *A. communis*. В июле доминировали эти ранневесенние виды. Их индексы доминирования составляли 55,84 и 16,32 %. Также в это время часто встречался *A.intrudens*. Появились летние виды – *A.sticticus*, *A.vexans*, *A.cinereus*, *C.richiardii*.

Наибольшая активность нападающих комаров отмечена во второй декаде июля (табл. 2). В это время отловили 14 видов. Индекс разнообразия Шеннона был высоким (ИШ = 1,594). За 20 мин сбора в вечернее время нападало от 20 до 28 экз. Это не превышало такой показатель, как «беспокоящая численность кровососов» (более 40 комаров).

Таблица 2

Сезонные изменения численности и видового состава  
кровососущих комаров

Вид	Июнь 2017 г		Июль 2017 г.					
	III декада		I декада		II декада		III декада	
	N, экз.	ИД, %	N, экз.	ИД, %	N, экз.	ИД, %	N, экз.	ИД, %
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1. <i>Culiseta alaskaensis</i>			6	2,74	13	5,40		
2. <i>C. bergrothi</i>					5	2,07	1	0,59
3. <i>Coquillettidia richiardii</i>					2	0,83	2	1,18
4. <i>Aedes cantans</i>	1	2,5	1	0,46	2	0,83	1	0,59
5. <i>A. cinereus</i>					1	0,41	3	1,78
6. <i>A. communis</i>	1	2,5	24	10,95	25	10,38	59	34,91
7. <i>A. dianthaeus</i>					1	0,41		
8. <i>A. dorsalis</i>			2	0,92				
9. <i>A. excrucians</i>					1	0,41	3	1,78
10. <i>A. flavescens</i>					3	1,24		
11. <i>A. intrudens</i>	6	15,0	26	11,87	13	5,40	7	4,14

## Окончание табл. 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9
12. <i>A. punctor</i>	29	72,5	151	68,94	135	56,02	57	33,73
13. <i>A. riparius</i>					2	0,83		
14. <i>A. sticticus</i>			1	0,46	15	6,22	36	21,30
15. <i>A. vexans</i>			7	3,20	23	9,55		
16. <i>Culex pipiens</i>			1	0,46				
Всего, экз.	37	100	219	100	241	100	169	100
Число видов	4		9		14		9	
Индекс Шеннона	0,681		1,077		1,594		1,452	

Н. Л. Ухова и В. Н. Олышванг [3] в монографии о животных Висимского заповедника приводят список кровососущих комаров. В нем 18 видов, включая *Anopheles messeae* Fall., *Culex territans* Walk. (*apicalis*).

В 39 км от Висимского заповедника находится г. Нижний Тагил. Он расположен в южной тайге Урала. Ю.М. Колосов [1] в сборах из Нижнего Тагила описал 5 видов: *Aedes cataphylla* Dyar, *A. cyprius* Ludl., *A. dorsalis*, *A. cinereus*, *Culiseta morsitans* Theob. В Нижнем Тагиле О.М. Роцектаева [4] изучала влияние промышленных выбросов на сообщества комаров. В ее коллекции было 18 видов. Объединив четыре видовых списка кровососущих комаров этого района, подсчитали, что здесь найдено 25 видов.

В переходной зоне Висимского биосферного заповедника нами впервые отмечено 4 вида: *Aedes cantans*, *Aedes flavescens*, *Culiseta bergrothi* и *Coquillettidia richiardii*.

## Библиографический список

1. Колосов Ю. М. Каталог двукрылых Среднего Урала. – Свердловск, 1936. – 27 с.
2. Некрасова Л. С., Вигоров Ю. Л. О фаунистических комплексах кровососущих комаров (Diptera, Culicidae) в сосняках Урала // Леса России и хоз-во в них. – 2007. – Вып. 1 (29). – С. 270–277.
3. Ухова Н. Л., Олышванг В. Н. Беспозвоночные животные Висимского заповедника. Аннотированный список видов. – Екатеринбург: Раритет, 2014. – 284 с.
4. Роцектаева О.М. Об экологической характеристике кровососущих комаров города Нижнего Тагила // Проблемы глобальной и региональной экологии: матер. конф. молодых ученых. – Екатеринбург: Академкнига, 2003. – С. 209–212.

УДК 630\*23

А. А. Норматов, Н. Х. Худайназарова  
(A. A. Normatov, N. H. Hudainazarova)

НИИ ЛХ, Ташкент  
(Research Institute of forestry, Tashkent)

В. Н. Луганский  
(V. N. Luganskiy )  
УГЛТУ, Екатеринбург  
(USFEU, Yekaterinburg)

**ЛЕСОВОССТАНОВЛЕНИЕ В ПРЕДГОРНОЙ  
И НИЗКОГОРНОЙ ЗОНАХ УЗБЕКИСТАНА:  
ВОЗМОЖНОСТИ, ПРОБЛЕМЫ,  
ПУТИ РЕШЕНИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ**

**REFORESTATION IN THE FOOTHILL AND LOW-MOUNTAIN ZONES  
OF UZBEKISTAN: OPPORTUNITIES, PROBLEMS, SOLUTIONS AND  
PROSPECTS**

*Рассмотрены проблемы лесовосстановления фисташковых лесов, оценены перспективы их формирования и дальнейшего использования.*

*The problems of reforestation of pistachio forests are considered. The prospects of their formation and further use are evaluated.*

**Актуальность исследований** обусловлена крайне низкой лесистостью территории, а также высокой интенсивностью дефляционных процессов района. Данные факты определяют острую необходимость формирования насаждений, способных устойчиво произрастать в жёстких климатических и почвенно-гидрологических условиях.

В республике Узбекистан на сегодняшний день все предгорья и большая часть низкогорий представляют собой безлесные ландшафты. Практически вся лесная растительность была уничтожена за многовековую историю цивилизации. В предгорьях республики основными лесообразующими породами выступают фисташка настоящая (*Pistacia vera*), миндаль колючейший (*Amygdalus spinosissima*), парнолистник Гончарова (*Zygophyllum gontscharovii*). В условиях низкогорий, кроме перечисленных, появляются миндаль Бухарский (*Amygdalus bucharica*), груши Бухарская (*Pyrus bucharica*) и Регеля (*Pyrus regelii*), клены пушистый (*Acer pubescens*) и Регеля (*Acer regelii*), каркас кавказский (*Celtis caucasica*) и можжевельник Зерафшанский (*Juniperus seravschanica*). Площадь территорий, пригодных под воспроизводство фисташки (400–1500 м над уровнем моря), составляет 7,8 млн га. Существующие дикие фисташники республики занимают площадь 41, 7 тыс. га. Кроме них, имеются около 15,6 тыс. га несомкнувшихся лесных культур данной древесной породы.

Таким образом, основной и наиболее перспективной породой, используемой в создании лесных культур в предгорной и низкогорной зонах Узбекистана, является фисташка настоящая [1]. Фисташка настоящая (*Pistacia vera*) представляет собой многоствольное дерево высотой 3–5 м с проекцией кроны до 7–8 м в диаметре. На высотах 1600 м и более над уровнем моря сохранились одноствольные деревья диаметром до 1 м. Данная древесная порода на бедных серозёмах при дефиците влаги формирует мощные и разветвлённые корневые системы.

На рис.1 представлен внешний вид фисташки настоящей естественно-го происхождения.



Рис. 1. Внешний вид дерева фисташки настоящей (*Pistacia vera*)

Возраст рассматриваемой древесной породы может достигать 600–700 лет. Фисташка настоящая является самым засухоустойчивым деревом низкогорий Узбекистана [2]. Она способна произрастать и плодоносить в жёстких аридных условиях, где годовое количество осадков менее 250 мм.

На сегодняшний день в фисташковых лесах Узбекистана сосредоточено колоссальное формовое разнообразие видов. От них учеными НИИЛХ (СредАзНИИЛХ) отобран ряд особо ценных форм, превосходящих зарубежные сорта. Часть их и оформлена как отдельные сорта. Интенсивность плодоношения достаточно высока только в насаждениях фисташки, где ведутся систематические уходы (рис. 2). Однако их производительность значительно уступает турецким аналогам, где сформирована устойчивая и обоснованная система ведения хозяйства в фисташниках различного происхождения.





Рис. 2. Интенсивное плодоношение фисташки в аридных условиях

В последние годы НИИЛХ Узбекистана начата работа по созданию коллекционных участков и маточных плантаций сортовой фисташки практически во всех областях республики, где планируется создание фисташковых насаждений. В недавнем прошлом лесовосстановительные мероприятия с использованием фисташки в качестве главной породы проводились, но в малых объёмах. Однако за последние годы темпы лесовосстановления резко возросли. Постановлением Президента Республики Узбекистан № ПП-4424 от 23 августа 2019 г. предусмотрено создание лесных культур фисташки на период 2020–2024 гг. общей площадью 38,1 тыс. га. Так, посадка фисташки в 2016 г. на территории Республики Узбекистан была проведена на площади лишь 980 га, выполнение плана было сорвано. В 2017 г. было создано 1,5, а в 2018 г. – уже 6,7 тыс. га. Данная тенденция сохранилась и в последующем. В 2019 г. посадки фисташки произведены на 6,9 тыс. га. Весной 2020 г. уже созданы культуры из неё на площади более 6 тыс. га. В лесовосстановлении, кроме лесхозов, участвуют частные и фермерские хозяйства, которые также подключились к программе и начали создавать фисташковые плантации. Однако существует ряд факторов, которые тормозят развитие фисташководства в Узбекистане. Они следующие.

1. Фисташка поздно вступает в плодоношение (обычно на 6–7-й год). Поэтому местное население неохотно берется за её развитие, считая данное мероприятие затратным и недостаточно рентабельным.

2. Население, проживающее на территориях, пригодных под культивирование фисташки, исторически занимается в основном скотоводством. Поэтому среди него бытует мнение, что увеличение площадей фисташковых лесов сокращает площади пастбищ.

3. У населения недостаточно знаний по организации, уходу и использованию фисташковыми лесами, что препятствует увеличению их площадей.

4. В республике отмечается острый недостаток специалистов лесного хозяйства, имеющих соответствующую подготовку и квалификацию.

Однако существуют пути решения данных проблем. Наши исследования показывают, что прививки сортовым материалом и элементарный уход позволяют формировать насаждения, устойчивые к болезням и вредителям [3]. Такой уход также способствует ускорению плодоношения и увеличению урожаев фисташки.

Нами выявлено, что в лесных культурах фисташки настоящей быстро восстанавливается травостой при увеличении его фитомассы в 10 раз и более (рис. 3). Таким образом, создание насаждений данной древесной породы способствует увеличению емкости пастбищ.



Рис. 3. Формирование травянистого покрова под пологом фисташников

Сегодня на территории республики активно ведутся работы по повышению знаний по разведению фисташки, выпускаются пособия по созданию и уходу за фисташковыми лесами и плантациями [1–3].

Нами отмечается, что для дальнейшего развития фисташководства в республике необходимо осуществлять целевую подготовку специалистов лесного хозяйства. Считаем возможным и целесообразным выделить отдельного раздела лесоводства – аридное лесоводство.

Для развития лесного хозяйства в целом и фисташководства в частности необходимо:

1) создание маточных плантаций сортовой фисташки в каждой области Узбекистана, а в перспективе и в каждом лесхозе;

2) вести работы по созданию и управлению лесами на основе государственно-частного партнёрства;



3) увеличить срок подряда (аренду) земель Гослесфонда для лесоразведения до 49 лет;

4) в междурядьях фисташки наряду с традиционными выращивать нетрадиционные культуры, имеющие лекарственное или пищевое значение: ферулу (*Ferula tadshicorum*), ревень (*Rheum Maximowiczii*), лук-анзур (*Allium stipitatum*), каперсы (*Capparis spinosa*) и др.

Также проведенные опытные работы показали, что при грамотном использовании существующих ресурсов Узбекистан может войти в число ведущих стран мира по экспорту фисташек.

#### *Библиографический список:*

1. Николяи Л.В. Новая эффективная технология выращивания плантаций фисташки в Узбекистане // *Agro ilm.* – 2002. – № 6. – С. 21–22.

2. Рыбаков А.А., Остроухова С.А. Плодоводство Узбекистана. – Ташкент: Укитувчи, 1972. – 274 с.

3. Чернова Г.М. Рекомендации по созданию промышленных плантаций фисташки на селекционной основе. – Ташкент, 1983. – 71 с.

УДК 630.625:77

О. Н. Орехова, В. М. Соловьев, Т. С. Воробьева  
(O. N. Orekhova, V. M. Solovyov, T. S. Vorobieva)  
УГЛТУ, Екатеринбург  
(USFEU, Yekaterinburg)

### **ПРОБЛЕМЫ ОЗЕЛЕНЕНИЯ ГОРОДОВ И ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ (PROBLEMS OF URBAN GREENING AND WAYS TO SOLVE THEM)**

*Изложены основные значения озеленения в жизни человека, проблемы, связанные с озеленением населенных пунктов, а также рекомендации по решению этих проблем.*

*The article describes the main values of gardening in human life, the problems associated with greening settlements, as well as recommendations for solving these problems.*

Озеленение населенных пунктов является одной из актуальных проблем в условиях серьезных антропогенных нагрузок, связанных с выбросами промышленных предприятий, автотранспорта и другими неблагоприятными факторами [1], вследствие чего зеленые зоны в Российской Федерации находятся в очень плохом состоянии.

Зеленые насаждения имеют огромное значение для обеспечения комфортных условий жизни населения. К тому же благодаря зеленому строительству комплексно улучшается качество окружающей среды.

Озеленение городов и прилегающих к ним территорий способствует сохранению естественных насаждений, реконструкции существующих парков и скверов и проектированию новых зеленых массивов.

В градостроительстве озеленение является составной частью общего комплекса мероприятий по планировке и застройке населенных мест. «При организации системы озеленения необходимо тесно увязать ее с планировочной структурой города» [2]. В озеленении применяются такие виды, как стационарное (посадка растений в открытый грунт) и мобильное (высадка растений в контейнеры, вазоны и т.п.).

В зависимости от характера территорий и выполняемых ими функций объекты системы озеленения «подразделяются на следующие:

- **объекты общего пользования** – это городские парки и сады, скверы, бульвары, озелененные территории общественных центров, проспектов и улиц;

- **объекты ограниченного пользования** – озелененные территории жилых и промышленных районов, групп жилых домов, территории школ и детских садов-яслей, поликлиник, больниц, учебных заведений, закрытые территории теннисных клубов, гольф-клубов, бизнес-парков, участки ведомственных учреждений и закрытых предприятий;

- **объекты специального назначения** – территории санитарно-защитных зон вокруг промышленных предприятий, территории кладбищ и мемориалов, ботанические и зоологические сады и парки, участки скоростных дорог и магистралей, шоссе и железных дорог, питомники, участки опытных хозяйств [3].

Территории общего пользования – это места общего доступа, озелененные и благоустроенные участки леса, позволяющие человеку отдохнуть от обыденности и суеты, а территории ограниченного пользования включают придомовые озелененные участки, огороженные естественными или искусственными заборами.

Функционирование системы озеленения городов связано с наличием ряда проблем [4], основная из них – это недостаточное бюджетное финансирование зеленого хозяйства. Одним из решений данной проблемы является реализация национальных, региональных, городских, областных проектов и программ в сфере озеленения, которые позволят сократить убыль существующих зеленых насаждений, создать новые, а также повысить качество их содержания.

Так, например, на территории муниципального образования «город Екатеринбург» на 2019 г. в рамках реализации национального проекта «Формирование современной городской среды» и муниципальной программы «Улучшение благоустройства городских территорий в 2017–2020 году»

в составе мероприятий по благоустройству запланированы следующие объемы работ по озеленению объектов [5]. Основные из них:

- благоустройство сквера у здания Оперного театра (посадка 49 деревьев и 630 кустарников);
- благоустройство набережной реки Исеть от ул. Малышева до ул. Куйбышева (посадка 62 деревьев и 1200 кустарников, а также работы по устройству газонов и устройству цветников);
- благоустройство парка Зеленая роща (посадка 52 деревьев);
- работы по восстановлению озеленения на улично-дорожной сети города.

Итоговый объём по озеленению на территории муниципального образования «город Екатеринбург» в 2019 г. в рамках реализации национального проекта и муниципальной программы по видам работ составил:

- посадка деревьев – 1714 шт.;
- посадка кустарников – 4471 шт.;
- устройство газонов – 57891 м<sup>2</sup>;
- устройство цветников – 1256 м<sup>2</sup>.

Озеленение населенных пунктов – создание парков, садов, скверов, бульваров – сложный и длительный процесс, состоящий из проектирования и их внедрения в жизнь. Раньше объекты озеленения были элементом желательным, а сейчас они являются жизненно необходимыми структурами для крупного современного города.

Озеленение должно проводиться по научно обоснованным принципам и нормативам. Предусматривается равномерное размещение среди застроек садов, парков и других крупных зелёных массивов, связанных бульварами, набережными, аллеями между собой и с городскими лесами и водоёмами в единую непрерывную систему. При строительстве также необходимо следить за сохранением максимального количества существующих насаждений.

### *Библиографический список*

1. Яо Л. М. Социальная экология: учеб. пособие. – Казань: Изд-во Казан. гос. технол. ун-та, 2007. – 280 с.
2. Теодоронский В. С., Жеребцова Г. П. Озеленение населенных мест. Градостроительные основы: учеб. пособие для студ. учреждений высш. проф. образования. – М.: Издательский центр «Академия», 2010. – 256 с.
3. Фимушин Б. С., Сычугова О. В., Уварова С. С. Организация и устройство особо охраняемых природных территорий: учеб. пособие. – Екатеринбург: УГЛТУ, 2008.
4. Экологическое состояние зелёных насаждений древесных фитоценозов // Ю. М. Авдеев, А. Е. Костин, С.М. Хамитова, Ю.В. Мокрецов // Успехи современной науки. – 2017. – Т. 5. – № 2. – С. 196–200.

5. Озеленение городских территорий в 2019 году // Информационный портал Екатеринбурга. – URL: [https://www.ekburg.ru/green\\_territory/](https://www.ekburg.ru/green_territory/) / (дата обращения: 19.10.2020).

УДК: 630\*221.41

А. Е. Осипенко, Р. А. Осипенко  
(А. Е. Osipenko, R. A. Osipenko)  
УГЛТУ, Екатеринбург  
(USFEU, Yekaterinburg)

**ВЛИЯНИЕ ДОБРОВОЛЬНО-ВЫБОРОЧНЫХ РУБОК  
НА СОСНОВЫЕ ДРЕВОСТОИ В АЛТАЕ-НОВОСИБИРСКОМ  
РАЙОНЕ ЛЕСОСТЕПЕЙ И ЛЕНТОЧНЫХ БОРОВ**  
(THE EFFECT OF VOLUNTARY SELECTIVE FELLING ON PINE  
STANDS IN THE ALTAI-NOVOSIBIRSK REGION OF FOREST-STEPPE  
AND RIBBON FORESTS)

*Исследование проводилось на территории Ракитовского лесничества Алтайского края в шести сосновых древостоях, произрастающих в условиях типов леса сухой бор пологих всхолмлений и свежий бор. Проанализировано изменение таксационных показателей сосновых древостоев после добровольно-выборочных рубок.*

*The study was carried out on the territory of the Rakitovsky forestry of the Altai Krai for six pine stands that grow in the conditions of the forest types «dry coniferous wood on gentle slopes» and «fresh coniferous wood». Changes in the taxation indicators of pine stands after voluntary felling were analyzed.*

Сложное возрастное строение сосновых древостоев ленточных боров Алтайского края вызывает необходимость поиска оптимальных видов выборочных рубок. Среди ученых по данному вопросу имеется два противоположных мнения. Первая точка зрения заключается в том, что необходимо отказаться от повсеместного применения добровольно-выборочных (ДВР) и группово-выборочных рубок (ГВР) в пользу чересполосных постепенных [1], равномерно-постепенных или группово-постепенных рубок [2]. Противоположное мнение заключается в необходимости дальнейшего применения ДВР и ГВР в ленточных борах Алтая [3]. В связи с отсутствием единого мнения по рассматриваемой теме данный вопрос видится нам актуальным направлением исследований.

Сбор полевых материалов осуществлялся в 2019 г. в Ракитовском лесничестве Алтайского края. Исследовались условно-разновозрастные [4, 5] сосняки, произрастающие в условиях типа леса сухой бор пологих всхолмлений, в которых были проведены добровольно-выборочные рубки (ДВР)

слабой и умеренной интенсивности. Пробные площади (ПП) расположены в 111 квартале 14 выделе (ПП 1), 108 квартале 30 выделе (ПП 2) и в 111 квартале 24 выделе (ПП 3). Методика исследований подробно описана в нашей статье, посвященной возрастной структуре данных сосняков [5]. Таксационная характеристика древостоев по нашим данным до и после рубки приведена в таблице.

Таксационная характеристика сосновых древостоев IV класса бонитета до и после добровольно-выборочной рубки

№ П П	Интенсив- ность руб- ки, %	Эле- менты леса	Средние			Гу- стота, шт./га	Сумма площа- дей се- чений, м²/га	Отно- си тель- ная пол- нота	Запас расту- щих дере- вьев, м³/га
			воз- раст, лет	вы- сота, м	диа- метр, см				
До рубки									
1	-	10С	115	20,2	25,0	506	24,8	0,76	246
		+С	70	12,5	10,0	205	1,6	0,06	10
Итого						711	26,4	0,82	256
2	-	9С	110	21,0	30,6	369	27,1	0,77	310
		1С	85	16,7	15,7	214	4,1	0,13	36
Итого						583	31,2	0,90	346
3	-	10С	120	20,5	26,4	550	30,2	0,92	310
		+С	75	10,1	9,1	203	1,3	0,05	8
Итого						753	31,5	0,97	318
После рубки									
1	28,1	9С	115	19,8	23,4	403	17,3	0,53	172
		1С	70	12,2	9,6	194	1,4	0,05	10
Итого						597	18,7	0,58	182
2	24,9	9С	110	20,8	28,8	300	19,6	0,55	224
		1С	85	16,7	15,8	209	4,1	0,13	36
Итого						509	23,6	0,68	260
3	19,5	10С	120	20,1	25,6	467	24,1	0,73	248
		+С	75	10,1	9,1	200	1,3	0,05	8
Итого						667	25,4	0,78	256

После проведения добровольно-выборочных рубок слабой и умеренной интенсивности в исследуемых сосняках наблюдается незначительное снижение средних таксационных показателей элементов леса: высоты – на 0–2,4 %; диаметра – на 0–4,0 %. Средний возраст старших элементов леса,

вероятно, также снизился (по нашей оценке – на 1–3 года), однако достоверность данного снижения нами не доказана. Поэтому в таблице до и после рубки приведены одинаковые средние возрасты элементов леса.

Густота древостоев уменьшилась на 16,0; 12,7; 11,4 %. Наибольшая доля вырубленных деревьев пришлась на более старший и, соответственно, крупный элемент леса. На ПП 1 было вырублено 20,4 % деревьев старшего элемента леса; на ПП 2 – 18,7 %; на ПП 3 – 15,1 %. В связи с этим на ПП 1 изменилась формула состава древостоя.

По нашим данным, относительная полнота исследуемых древостоев уменьшилась с 0,8–1,0 до 0,6–0,8. Однако по материалам лесоустройства относительная полнота в пределах выделов до рубки была 0,6–0,7, а после рубки составила 0,5. Различия в относительной полноте между нашими данными и данными лесоустройства мы объяснили неравномерностью полноты в пределах выдела, так как данная особенность выдела была прописана в таксационных описаниях всех рассматриваемых выделов.

### **Выводы**

1. Добровольно-выборочные рубки в условно-разновозрастных сосновых древостоях в условиях исследуемого типа леса способствуют увеличению доли (по количеству) более молодых деревьев.

2. Не рекомендуется отказываться от применения добровольно-выборочных рубок в ленточных борах Алтайского края, пока не будут исследованы условия и процесс формирования условно разновозрастных и разновозрастных сосновых древостоев, а также возрастная структура этих древостоев.

### *Библиографический список*

1. Перспективность применения чересполосных постепенных рубок в сосняках Алтая / М. В. Усов, С. В. Залесов, Д. А. Шубин, А. Ю. Толстиков, Л. А. Белов // Аграрный вестник Урала. – 2017. – № 1 (155). – С. 44-48.
2. Последствия группово-выборочных рубок в сосняках ленточных боров Алтая / К. А. Башегуров, Е. С. Залесова, А. Ю. Толстиков, М. В. Усов // Успехи современного естествознания. – 2019. – № 9. – С. 13-18.
3. Малиновских А.А., Маленко А.А. Процесс естественного возобновления сосны обыкновенной после выборочных рубок в спелых и перестойных насаждениях в ленточных борах Алтайского края // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2018. – № 1 (159). – С. 67-72.
4. Вайс А.А. Возрастная структура древостоев таежной зоны Западной Сибири // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2007. – № 33 (9). – С. 196-213. – URL: [https://elibrary.ru/download/elibrary\\_11740482\\_80489327.pdf](https://elibrary.ru/download/elibrary_11740482_80489327.pdf) (дата обращения: 12.10.2020).

5. Осипенко А.Е., Осипенко Р.А., Залесов С.В. Возрастная структура сосновых древостоев в Алтае-Новосибирском районе лесостепей и ленточных боров // Лесохозяйственная информация: электронный сетевой журнал. – 2020. – № 3. – С. 89–100. – URL: <http://lhi.vniilm.ru/index.php/ru/osipenko-a-e-osipenko-r-a-zalesov-s-v-vozhrastnaya-struktura-sosnovykh-drevostoev-v-altae-novosibirskom-rajone-lesostepej-i-lentochnykh-borov> (дата обращения: 12.10.2020).

УДК 630.231.32:630.174.754

Р. А. Осипенко, А. Е. Осипенко, К. А. Башегуров,  
С. М. Жижин, К. В. Мельникова  
(R. A. Osipenko, A. E. Osipenko, K. A. Bashegurov,  
S. M. Zhizhin, K. V. Melnikova)  
УГЛТУ, Екатеринбург  
(USFEU, Yekaterinburg)

# **ОБЕСПЕЧЕННОСТЬ ПОДРОСТОМ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ НАСАЖДЕНИЙ РАЗЛИЧНЫХ ФОРМАЦИЙ (SUPPORT OF GROWTH OF STANDARD PINE PLANTS OF DIFFERENT FORMATIONS)**

*На основании анализа баз данных лесоустроительных материалов по типам леса проанализирована обеспеченность подростом сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) спелых и перестойных сосновых и березовых насаждений типа леса травяной бор в условиях Алтае-Новосибирского района лесостепей и ленточных боров.*

*Based on the analysis of databases of forest management materials by forest types, the provision of Scotch pine (*Pinus sylvestris* L.) undergrowth to ripe and over-mature pine and birch plantations such as grassy forest in the Altai-Novosibirsk region of forest-steppe and belt pine forests has been analyzed.*

Успех последующего лесовосстановления на вырубках во многом зависит от количественных и качественных показателей подроста предварительной генерации [1, 2]. Неслучайно в научной литературе имеется большое количество работ, посвященных сравнению производительности древостоев, сформированных из подроста предварительной генерации и лесных культур [3, 4].

Ориентация на естественное лесовосстановление имеет целый ряд преимуществ над комбинированным и искусственным. Прежде всего, данные преимущества экономические. Отпадает необходимость в подготовке почвы, покупке или выращивании посадочного материала, проведении агротехнических уходов. Однако естественное лесовосстановление вырубок протекает успешно при условии наличия подроста предварительной генерации. К сожалению, по целому ряду регионов РФ отсутствуют объективные данные о количественных и качественных показателях подростов предварительной генерации. Последнее обусловило проведение наших исследований.

Целью исследований являлось изучение обеспеченности подростом предварительной генерации сосновых и березовых насаждений в Алтайско-Новосибирском районе лесостепей и ленточных боров.

Исследования проводились в «ключевом» Озеро-Кузнецовском лесничестве Алтайского края. Территория лесничества расположена в юго-западной части края и характеризуется крайне жесткими лесорастительными условиями. Характерными чертами климата являются высокие летние температуры, недостаток осадков, суховеи, поздневесенние и раннеосенние заморозки.

Жесткие лесорастительные условия в сочетании с низкой трофностью почв обуславливают ограниченный ассортимент древесных растений. Среди пород-лесообразователей доминируют сосна обыкновенная и береза повислая.

Обеспеченность подростом предварительной генерации сосновых и березовых насаждений устанавливалась на основании данных лесоустроительных материалов. Методика определения обеспеченности подростом подробно изложена в ряде публикаций [5, 6]. При проведении работ все выделы лесничества разделялись по типам леса, лесным формациям и группам обеспеченности подростом. При этом в последнем случае выделялись следующие группы: подрост отсутствует; количество подростов до 1,0 тыс. шт/га, от 1,0 до 2,0 и более 2,0 тыс. шт/га.

На территории Озеро-Кузнецовского лесничества в процессе лесоустройства выделено 13 типов леса: В – вейниковый; РТ – разнотравный; РТП – разнотравно-пойменный; СБВ – сухой бор высоких всхолмлений; СБП – сухой бор пологих всхолмлений; СББ – свежий бор; СГРЛ – согра лиственная; СГРС – согра сосновая; СК – сухокустарничковый; СПР – сосняк пристепной; СТ – степной; ТБ – травяно-болотный; ТРБ – травяной бор.

Распределение насаждений по типам леса существенно различается, поскольку в лесном фонде лесничества имеют место насаждения коренных типов леса как хвойных, так и лиственных пород (табл. 1).



Таблица 1

Распределение лесного фонда Озеро-Кузнецовского лесничества  
по типам леса, га/%

Тип леса	Хвойные	Мягколиственные					Всего
	С	Б	ИБ	ОС	Т	Итого	
1	2	3	4	5	6	7	8
В	<u>482,7</u> 0,4	-	-	-	-	-	<u>482,7</u> 0,3
РТ	<u>115,8</u> 0,1	<u>661,2</u> 10,9	-	<u>302,3</u> 18,1	<u>3,1</u> 6,1	<u>966,6</u> 12,4	<u>1082,4</u> 0,8
РТП	-	-	<u>9,4</u> 74,6	-	-	<u>9,4</u> 0,1	<u>9,4</u> 0,01
СБВ	<u>1756,8</u> 1,3	<u>1,9</u> 0,03	-	-	-	<u>1,9</u> 0,02	<u>1758,7</u> 1,2
СБП	<u>88237,2</u> 65,2	<u>0,4</u> 0,01	-	<u>26,6</u> 1,6	<u>4,1</u> 8,0	<u>31,1</u> 0,4	<u>88268,3</u> 61,6
СВБ	<u>37281</u> 27,5	<u>488,9</u> 8,0	-	<u>624,4</u> 37,5	<u>35,8</u> 70,1	<u>1149,1</u> 14,7	<u>38430,1</u> 26,8
СГРЛ	-	<u>997</u> 16,4	<u>3,2</u> 25,4	<u>9,1</u> 0,5	-	<u>1009,3</u> 12,9	<u>1009,3</u> 0,7
СГРС	<u>13,5</u> 0,01	<u>1,2</u> 0,02	-	<u>93,3</u> 5,6	-	<u>94,5</u> 1,2	<u>108</u> 0,1
СК	<u>6,9</u> 0,01	<u>8,6</u> 0,1	-	-	-	<u>8,6</u> 0,1	<u>15,5</u> 0,01
СПР	<u>457,1</u> 0,3	<u>0,1</u> 0,002	-	<u>38,2</u> 2,3	-	<u>42,7</u> 0,5	<u>499,8</u> 0,3
СТ	<u>6,1</u> 0,005	-	-	-	-	-	<u>6,1</u> 0,004
ТБ	<u>10,6</u> 0,01	<u>2036,1</u> 33,5	-	<u>98,3</u> 5,9	-	<u>2134,4</u> 27,3	<u>2145</u> 1,5
ТРБ	<u>7003,5</u> 5,2	<u>1885,4</u> 31,0	-	<u>473,7</u> 28,4	<u>3,7</u> 7,2	<u>2362,8</u> 30,3	<u>9366,3</u> 6,5
Всего	<u>135371,2</u> 100,0	<u>6080,8</u> 100,0	<u>12,6</u> 100,0	<u>1665,9</u> 100,0	<u>51,1</u> 100,0	<u>7810,4</u> 100,0	<u>143182</u> 100,0

Материалы табл. 1 свидетельствуют, что в результате лесных пожаров и хозяйственной деятельности на месте сосняка типа леса травяной бор в ряде случаев сформировались производные березняки. Указанное обстоятельство позволяет проанализировать обеспеченность подростом насаждений одного типа леса, но разных формаций, т.е. коренных и производных насаждений (табл. 2).

Таблица 2

Обеспеченность подростом сосновых и березовых насаждений типа леса травяной бор, га/%

Класс возраста	Количество подроста, тыс. шт/га									Подроста нет	Всего
	С			Б			ОС				
	До 1	1–2	Более 2	До 1	1–2	Более 2	До 1	1–2	Более 2		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Сосняки											
1	<u>3,8</u> 2,7	<u>2,5</u> 1,8	-	-	-	-	-	-	-	<u>135,2</u> 95,5	<u>141,5</u> 100,0
2	<u>72,8</u> 14,7	<u>32,1</u> 6,5	<u>17,1</u> 3,4	-	-	-	-	-	<u>3,9</u> 0,8	<u>369,9</u> 74,6	<u>495,8</u> 100,0
3	<u>63,1</u> 13,1	<u>29,2</u> 6,1	<u>43,5</u> 9,1	<u>0,8</u> 0,2	<u>0,4</u> 0,1	-	<u>0,9</u> 0,2	-	-	<u>342,7</u> 71,3	<u>480,6</u> 100,0
4	<u>870,3</u> 38,3	<u>624,6</u> 27,5	<u>201,1</u> 8,9	-	<u>3,7</u> 0,2	-	-	<u>1</u> 0,04	<u>4,7</u> 0,2	<u>566,6</u> 24,9	<u>2272</u> 100,0
5	<u>607</u> 27,6	<u>453,5</u> 20,6	<u>224,3</u> 10,2	<u>0,3</u> 0,01	<u>0,5</u> 0,02	<u>8,7</u> 0,4	<u>6</u> 0,3	<u>4,2</u> 0,2	<u>8,2</u> 0,4	<u>885,8</u> 40,3	<u>2198,5</u> 100,0
6	<u>252,2</u> 22,8	<u>319,1</u> 28,8	<u>275</u> 24,8	-	<u>2,8</u> 0,3	<u>9,5</u> 0,9	<u>1,9</u> 0,2	<u>2,6</u> 0,2	<u>1,6</u> 0,1	<u>243,6</u> 22,0	<u>1108,3</u> 100,0
7	<u>59,1</u> 21,4	<u>42,6</u> 15,4	<u>102,3</u> 37,1	<u>14,6</u> 5,3	<u>2,3</u> 0,8	<u>5,1</u> 1,8	-	-	<u>1,7</u> 0,6	<u>48,4</u> 17,5	<u>276,1</u> 100,0
8	<u>14,2</u> 46,3	<u>0,7</u> 2,3	<u>11,9</u> 38,8	-	-	-	-	-	-	<u>3,9</u> 12,7	<u>30,7</u> 100,0
Итого	<u>1942,5</u> 27,7	<u>1504,3</u> 21,5	<u>875,2</u> 12,5	<u>15,7</u> 0,2	<u>9,7</u> 0,1	<u>23,3</u> 0,3	<u>8,8</u> 0,1	<u>7,8</u> 0,1	<u>20,1</u> 0,3	<u>2596,1</u> 37,1	<u>7003,5</u> 100,0

Окончание табл. 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Березняки											
1	-	-	-	-	-	-	-	<u>1,2</u> 0,7	-	<u>160,2</u> 99,3	<u>161,4</u> 100,0
2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<u>1,6</u> 100,0	<u>1,6</u> 100,0
3	-	-	-	-	<u>6,9</u> 42,1	-	-	-	-	<u>9,5</u> 57,9	<u>16,4</u> 100,0
4	<u>4,3</u> 21,8	-	<u>0,3</u> 1,5	-	-	-	-	-	<u>0,7</u> 3,6	<u>14,4</u> 73,1	<u>19,7</u> 100,0
5	<u>1,7</u> 2,1	<u>2,3</u> 2,9	<u>4,5</u> 5,6	- 0,0	<u>7</u> 8,8	<u>8,4</u> 10,5	-	-	-	<u>56</u> 70,1	<u>79,9</u> 100,0
6	<u>49</u> 13,9	<u>31,6</u> 8,9	<u>29,9</u> 8,5	<u>13,4</u> 3,8	<u>17,7</u> 5,0	<u>5,2</u> 1,5	-	<u>11,6</u> 3,3	<u>4,8</u> 1,4	<u>190,5</u> 53,9	<u>353,7</u> 100,0
7	<u>144,6</u> 15,3	<u>72,1</u> 7,6	<u>54,1</u> 5,7	-	<u>27,2</u> 2,9	<u>24,9</u> 2,6	-	<u>6</u> 0,6	<u>3,5</u> 0,4	<u>615,4</u> 64,9	<u>947,8</u> 100,0
8	<u>49,7</u> 17,5	<u>5</u> 1,8	<u>8,1</u> 2,8	-	<u>36,7</u> 12,9	<u>4,8</u> 1,7	<u>2,5</u> 0,9	-	-	<u>177,5</u> 62,4	<u>284,3</u> 100,0
9	<u>1,1</u> 5,3	<u>1,3</u> 6,3	-	-	-	-	-	-	-	<u>18,2</u> 88,3	<u>20,6</u> 100,0
Итого	<u>250,4</u> 13,3	<u>112,3</u> 6,0	<u>96,9</u> 5,1	<u>13,4</u> 0,7	<u>95,5</u> 5,1	<u>43,3</u> 2,3	<u>2,5</u> 0,1	<u>18,8</u> 1,0	<u>9</u> 0,5	<u>1243,3</u> 65,9	<u>1885,4</u> 100,0

Материалы табл. 2 свидетельствуют, что смена сосны на березу в типе леса травяной бор произошла на площади 1885,4 га при общей площади насаждений данного типа леса 8888,9 га. Другими словами, смена пород произошла на 21,2 % площади.

Накопление подроста в производных насаждениях протекает более сложно, чем в коренных сосняках. Так, подрост полностью отсутствует на 37,1 % площади сосняков и 65,9 % площади березняков. При этом количество подроста сосны обыкновенной более 2 тыс. шт./га насчитывается на 12,5 % площади сосняков и лишь 5,1 % площади березняков. Лучшими показателями обеспеченности подростом сосны обыкновенной характеризуются сосняки 8 и 7 классов возраста и березняки 6 класса возраста.

### **Выводы**

1. В условиях типа леса травяной бор Алтае-Новосибирского района лесостепей и ленточных боров наблюдается смена коренных сосновых насаждений производными березняками.

2. Процесс накопления подроста сосны под пологом производных березняков протекает более сложно, чем под пологом коренных сосняков.

3. Полное отсутствие подроста под пологом 65,9 % площади производных березняков вызывает необходимость проведения мер содействия естественному лесовозобновлению или создания лесных культур.

4. В производных березняках осложняется процесс накопления не только подроста сосны, но и других пород-лесообразователей, что вызывает необходимость своевременного омоложения древостоев.

### *Библиографический список*

1. Казанцев С.Г., Залесов С.В., Залесов А.С. Оптимизация лесопользования в производных березняках Среднего Урала. – Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2006. – 156 с.

2. Дебков Н.М., Залесов С.В., Оплетаев А.С. Обеспеченность осинников средней тайги подростом предварительной генерации (на примере Томской области) // Аграрный вестник Урала. – 2015. – № 12 (142). – С. 48-53.

3. Залесов С.В., Лобанов А.Н., Луганский Н.А. Рост и продуктивность сосняков искусственного и естественного происхождения. – Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2002. – 112 с.

4. Опыт создания лесных культур на солонцах хорошей лесопригодности / С.В. Залесов, О.В. Толкач, И.А. Фрейберг, Н.Ф. Черноусова // Экология и промышленность России. – 2017. – Т. 21. – № 9. – С. 42–47.

5. Обеспеченность подростом спелых и перестойных темнохвойных насаждений Пермского края / Е.А. Ведерников, С.В. Залесов, Е.С. Залесова, А.Г. Магасумова, О.В. Толкач // Лесн. жур. – 2019. – № 3. – С. 32-42 (Изв. высш. учеб. заведений). DOI: 10.17238/issn 0536-1036. 2019. 3.32.

6. Обеспеченность спелых и перестойных светлохвойных насаждений Западно-Уральского таежного лесного района подростом предварительной генерации / Е. С. Залесова, С. В. Залесов, Г. Г. Терехов, О. В. Толкач, Н. А. Луганский, Д. А. Шубин // Успехи современного естествознания. – 2019. – № 1. – С. 39-44.

УДК 630\*892.7

И. А. Панин

(I. A. Panin)

УГЛТУ, Екатеринбург  
(USFEU, Yekaterinburg)

**ДИНАМИКА ИЗМЕНЕНИЯ РЕСУРСОВ ЯГОДНЫХ  
КУСТАРНИЧКОВ В ХОДЕ СУКЦЕССИИ НА ПОЛИГОНАХ  
ДОБЫЧИ ДРАГОЦЕННЫХ МЕТАЛЛОВ**  
(DYNAMICS OF CHANGES IN THE RESOURCES OF BERRY BUSHES IN  
THE COURSE OF SUCCESSION ON THE LANDFILLS OF PRE-BULL  
PRECIOUS METALS PRODUCTION)

*Изучены ресурсы ягодных растений живого напочвенного покрова на различных стадиях сукцессии насаждений после добычи драгоценных металлов. Наблюдается рост фитомассы ягодных кустарничков с увеличением давности возникновения полигона.*

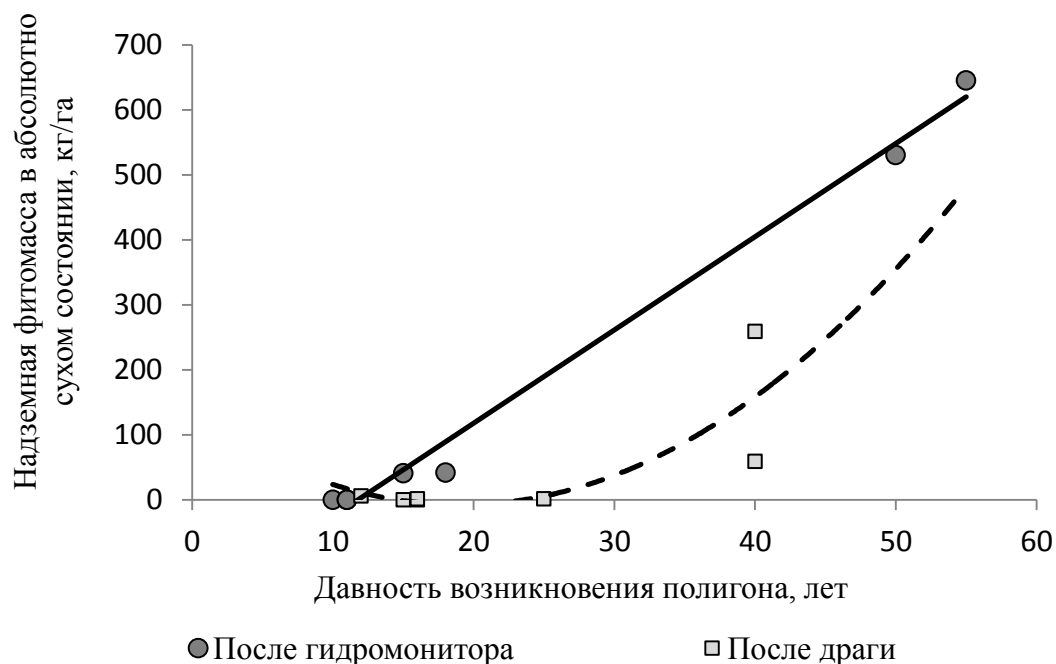
*The resources of berry plants of living ground cover at various stages of succession of plantings after mining of precious metals were studies. There is an increase in the phytomass of berry bushes with an increase in the age of occurrence of the polygon.*

В ходе открытой разработки золота и платины значительные лесные территории Свердловской области были подвергнуты радикальной антропогенной трансформации, которая включает уничтожение древесной растительности, живого напочвенного покрова и почвы, высвобождение горных пород в виде валунов, песка и глины [1]. Рекультивационные мероприятия зачастую не проводились, или выполнялись недостаточно качественно. В настоящее время на полигонах добычи драгоценных металлов идёт процесс сукцессии растительности, в том числе восстанавливаются ресурсы дикорастущих пищевых и лекарственных растений. Данный вопрос в научной литературе ранее не рассматривался. Вместе с тем места добычи золота и платины обычно характеризуются хорошей транспортной доступностью и расположены в непосредственной близости к населённым пунктам, что делает их достаточно удобными для организации промышленной заготовки дикорастущих ягодных и лекарственных ресурсов.

Исследование проводилось на территории Карпинского лесничества Свердловской области в окрестностях п. Кытлым. Цель – установление ресурсов дикорастущих пищевых и лекарственных растений на полигонах добычи драгоценных металлов. Для этого было заложено 20 пробных площадей (ПП) на полигонах с различной давностью возникновения. Необходимо отметить, что добыча велась двумя способами – драгами и гидромониторами. Различные технологии приводят к возникновению различного почвенного субстрата. Дrajные отвалы, как правило, состоят из обломков горных пород, в то время как после гидромонитора остаются глинисто-песчаные терриконы. ПП закладывались на полигонах обоих типов. Основным рекультивационным мероприятием являлось выравнивание отвалов и терриконов с последующей посадкой лесных культур.

На ПП равномерно по ходовым линиям закладывались учётные площадки квадратной формы со сторонами 0,5 на 0,5 м. Внутри площадок все растения срезались на уровне поверхности почвы, сортировались по видам и взвешивались. После была отобрана навеска каждого вида, которая высушивалась в лабораторных условиях до абсолютно сухого состояния.

Было установлено, что ягодные кустарнички в живом напочвенном покрове (ЖНП) представлены тремя видами: черникой обыкновенной *Vaccinium myrtillus* L., брусникой обыкновенной *Vaccinium vitis-idaea* L. и голубикой обыкновенной *Vaccinium uliginosum* L. Данные, представленные на рисунке, наглядно свидетельствуют о том, что прослеживается постепенное увеличение их надземной фитомассы в ходе сукцессии растительного покрова.



Изменение надземной фитомассы ягодных кустарничков черники и брусники с увеличением давности возникновения полигона

На протяжении первых десяти лет ягодные кустарнички в ЖНП полностью отсутствуют. Первые кустарнички зафиксированы в условиях дражного полигона спустя 12 лет после его возникновения. Затем наблюдается увеличение надземной фитомассы в абсолютно сухом состоянии. Установлена корреляционная зависимость надземной фитомассы ягодных кустарничков в абсолютно сухом состоянии от давности возникновения полигона. Для полигонов после драг данная зависимость описывается параболой второго порядка, уравнение которой имеет вид

$$y = 0,4x^2 - 14,5x + 130,7, R^2 = 0,64. \quad (1)$$

В условиях полигонов после добычи золота и платины гидромониторами зависимость линейная и описывается следующим уравнением:

$$y = 14,4x - 168,7, R^2 = 0,99. \quad (2)$$

Для полигонов после гидравлики связь тесная, в то время как после драг умеренная. Дражные отвалы состоят преимущественно из обломков горных пород, среди которых образуются отдельные участки, где накапливается песок и глина. Они препятствуют вымыванию и способствуют накоплению почвенного субстрата, что содействует более быстрому восстановлению растительного покрова и, как следствие, большей фитомассе ягодных кустарничков. Полигоны после гидравлики достаточно единообразны по строению и состоят изначально преимущественно из песка и глины. Этим объясняется и лучшее развитие ЖНП в целом, в частности большая фитомасса ягодных кустарничков. На полигонах после гидравлики надземная фитомасса ягодных кустарничков в абсолютно сухом состоянии больше, чем после драг, в 2–4 раза и достигает спустя 50–55 лет после возникновения полигона 530,6–645,2 кг/га. Надземная фитомасса ягодных кустарничков на дражных полигонах не превышает 259,0 кг/га в абсолютно сухом состоянии.

Интересно отметить, что показатели запасов ягодных кустарничков на поздних стадиях сукцессии растительного покрова спустя 40–55 лет после возникновения полигонов сопоставимы, а иногда превышают показатели запасов дикорастущих ягодников в естественных неповреждённых насаждениях района исследования [3].

Таким образом, можно сделать следующие выводы.

1. В ходе сукцессии растительного покрова на полигонах добычи драгоценных металлов наблюдается постепенное увеличение надземной фитомассы ягодных кустарничков.

2. На старых полигонах, спустя 40-50 лет после возникновения могут формироваться продуктивные ягодники, сопоставимые по запасам с зарослями ягодных кустарничков естественных насаждений района исследования.

### *Библиографический список*

1. Низкий С.Е. Самовосстановление фитоценоза на участках золотодобычи // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2009. – № 7 (57). – С.36-40.
2. Основы фитомониторинга: учеб. пособие: / Н.П. Бунькова, С.В. Залесов, Е.А. Зотеева, А.Г. Магасумова. – Изд. 2-е доп. и перераб. – Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2011. – 89 с.
3. Панин И.А., Залесов С.В. Ресурсы ягодных кустарничков в ельнике мшистом Североуральской среднегорной лесорастительной провинции // Лесной вестник. – 2017. – Т. 21. – № 1. – С. 21-27

УДК 630\*8166:615.322

И. А. Панин, Н. А. Кряжевских  
(I. A. Panin, N. A. Kryazhevskikh)  
УГЛТУ, Екатеринбург  
(USFEU, Yekaterinburg)

### **ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЕСОВЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЗАПАСОВ ЛЕКАРСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ ПО ПРОЕКТИВНОМУ ПОКРЫТИЮ В ПОДЗОНЕ ЮЖНОЙ ТАЙГИ СВЕРДЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ**

**(DETERMINATION OF WEIGHT INDICATORS OF MEDICINAL  
PLANT STOCKS BY PROJECTIVE COVER IN THE SOUTHERN TAIGA  
SUBZONE OF THE SVERDLOVSK REGION)**

*Проведён корреляционный анализ между показателями проективного покрытия и надземной фитомассой лекарственных растений в абсолютно сухом состоянии. Предложены таблицы для определения запасов лекарственного растительного сырья по проективному покрытию.*

*A correlation analysis was performed between the indicators of the projective cover and the aboveground phytomass of medicinal plants in a completely dry state. Tables are proposed for determining the reserves of medicinal plant raw materials by the projective coating.*



Методы учёта весовых показателей запасов дикорастущих лекарственных растений являются достаточно трудозатратными [1]. Зачастую они требуют наличия специального лабораторного оборудования, что вызывает затруднения при использовании не в научных, а в производственных целях. Чтобы упростить работы по учёту ресурсов лекарственных растений создаются специальные таблицы и справочные материалы, позволяющие производить оценку глазомерно или с использованием более простых показателей [1–3]. Среди таких показателей наиболее точным для определения запасов растений живого напочвенного покрова (ЖНП) является проективное покрытие вида [4]. Достоверно установлено наличие корреляционной связи между проективным покрытием ЖНП и его весовыми показателями, такими как масса цветов, листьев, корней, надземная фитомасса и т.д. [2, 3]. Именно по этой причине данный показатель лежит в основе многих справочных материалов по учёту запасов лекарственных растений ЖНП. Такие материалы активно создавались на протяжении всего XX в. Вместе с тем география территориального охвата таких справочных материалов не включает Свердловскую область. Кроме того, справочные материалы обычно создавались для наиболее ценных лекарственных растений, входящих в фармакопеи. При этом многие виды, несмотря на доказанные лечебные свойства, остаются без должного внимания.

Целью нашей работы является создание справочных таблиц по установлению надземной фитомассы лекарственных растений в абсолютно сухом состоянии по их проективному покрытию в условиях подзоны южной тайги Свердловской области. Для этого были заложены 24 ПП в окрестностях г. Каменска-Уральского. Для закладки выбирались наиболее типичные для района исследования насаждения: сосняки и березняки травянистого, мшисто-травяного и разнотравного типов леса. Внутри ПП равномерно по ходовым линиям закладывались учётные площадки размером 0,5×0,5 м. На площадках определялся видовой состав и проективное покрытие видов ЖНП, затем все растения срезались на уровне поверхности почвы и взвешивались отдельно по видам. После отбиралась навеска каждого вида лекарственных растений, которая высушивалась в лабораторных условиях до абсолютно сухого состояния [4]. Для определения видов и отнесение их к категории лекарственных использовался определитель И. А. Губанова [5].

Был проведён корреляционный анализ между показателями проективного покрытия и надземной фитомассой в абсолютно сухом состоянии для лекарственных растений. В качестве ряда данных выбраны значения данных показателей внутри учётных площадок.

Всего на ПП обнаружено 16 видов лекарственных растений. Было установлено, что для 3 видов – звездчатки жестколистной *Stellaria holostea* L., герани лесной *Geranium sylvaticum* L. и вероники дубравной *Veronica*

*chamaedrys* L. – коэффициент корреляции Пирсона  $r_{xy}$  превышает 0,95, что свидетельствует о сильной связи между изучаемыми признаками. Для остальных видов связь слабая, умеренная или значительная.

Поле корреляции видов с высокой теснотой связи рассматриваемых признаков представлено на рисунке. Во всех трёх случаях связь линейная, положительная. Корреляционные уравнения выглядят следующим образом:

- герань лесная

$$y = 4,3x - 1,5, \quad R^2 = 0,7, \quad (1)$$

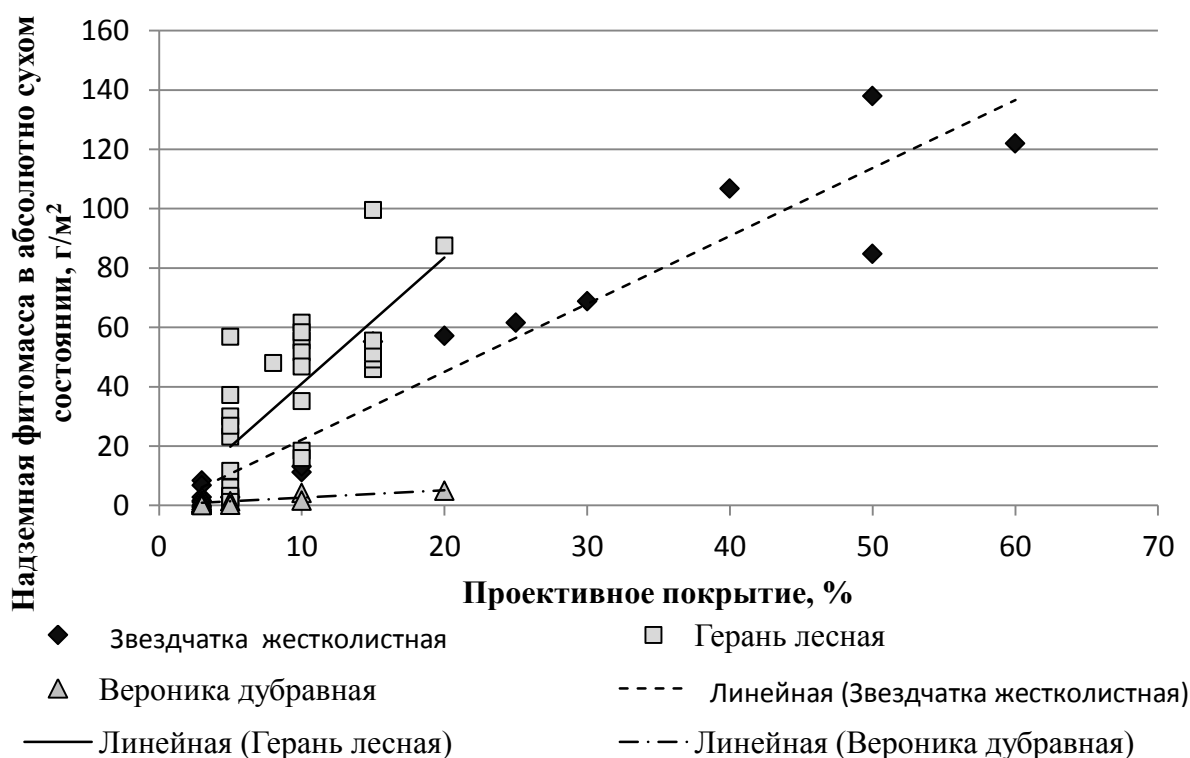
- звездчатка жестколистная

$$y = 2,3x - 0,8, \quad R^2 = 0,9, \quad (2)$$

- вероника дубравная

$$y = 0,2x + 0,2, \quad R^2 = 0,6. \quad (3)$$

Для всех трёх видов надземная фитомасса в абсолютно сухом состоянии является главным показателем запасов, поскольку именно надземные части этих растений служат источником лекарственного растительного сырья.



Поле корреляции показателей надземной фитомассы в абсолютно сухом состоянии и проективного покрытия видов лекарственных растений

На основании произведённого корреляционного анализа составлена таблица, которая позволяет определить надземную фитомассу в абсолютно сухом состоянии по проективному покрытию.

Значения надземной фитомассы лекарственных растений  
в абсолютно сухом состоянии на учетной площадке, г/м<sup>2</sup>,  
в зависимости от проективного покрытия

Название вида	Проективное покрытие, %											
	5	10	15	20	30	40	50	60	70	80	90	100
Герань лесная <i>Geranium sylvaticum</i> L.	20	41	63	84	127	170	213	256	299	342	385	428
Звездчатка жестколистная <i>Stellaria holostea</i> L.	11	22	34	45	68	91	114	137	160	183	206	229
Вероника дубравная <i>Veronica chamaedrys</i> L.	1	2	3	4	6	8	10	12	14	16	18	20

Достоверность представленных в таблице данных обеспечена высокой теснотой связи между изучаемыми показателями. Данная таблица достаточно удобна в использовании и позволяет в полевых условиях оперативно определять надземную фитомассу в абсолютно сухом состоянии по проективному покрытию.

Для составления подобных таблиц для других видов лекарственных растений района исследования, обеспечивающих требуемую точность, необходимы дальнейшие исследования и увеличение выборки при проведении корреляционного анализа.

#### Библиографический список

1. Учёт и использование растений лесов южной Карелии / И. М. Щербак, Т. В. Белоногова, Т. Г. Воронова, Н. П. Зайцева, А. А. Кучко, В. И. Саковец. – Петрозаводск: Карельский филиал АН СССР, Институт леса, 1982. – 38 с.
2. Лесное ресурсоведение: учеб. пособие / А. И. Жукова, И. В. Григорьев, О. И. Григорьева, А. С. Ледяева. – СПб: СПб гос. лесотехн. акад. им. С. М. Кирова, 2008. – 55 с.

3. Годовалов Г. А., Залесов С. В., Коростелёв А. С. Недревесная продукция леса: учебник для академического бакалавриата. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Юрайт, 2018. – 351 с.

4. Основы фитомониторинга: учеб. пособие. / Н. П. Бунькова, С. В. Залесов, Е. А. Зотеева, А. Г. Магасумова. – Изд. 2-е доп. и перераб. – Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2011. – 89 с.

5. Губанов И.А. Иллюстрированный определитель растений Средней России. – М.: Т-во науч. изд. КМК, Ин-т технолог. иссл., 2003. – Т. 2: Покрытосеменные. – 665 с.

УДК 630.243:630.232(574.2)

В. К. Панкратов, А. Н. Рахимжанов  
(V.K. Pankratov, A. N. Rakhimzhanov)

Каз НИИЛХА, г. Щучинск, РК  
(Kaz NIILKHA, Schuchinsk, RK)

А. Г. Магасумова  
(A. G. Magasumova)  
УГЛТУ, Екатеринбург  
(USFEU, Yekaterinburg)

## ОМОЛОЖЕНИЕ ВЯЗОВО-КЛЕНОВЫХ НАСАЖДЕНИЙ РУБКАМИ УХОДА (REJUVENATION OF ELM-MAPLE PLANTS CARE SHEETS)

*Проанализирована лесоводственная эффективность рубок ухода в искусственных вязово-кленовых насаждениях, произрастающих в зеленой зоне г. Астаны. Экспериментально доказана возможность омоложения указанных насаждений за счет появляющегося вегетативного возобновления.*

*The silvicultural efficiency of thinning in artificial elm-maple plantations growing in the green zone of Astana is analyzed. The possibility of rejuvenation of these plantations due to the emerging vegetative renewal has been experimentally proved.*

Среди лесоводственных мероприятий, направленных на выращивание высокопродуктивных устойчивых насаждений, особое место занимают рубки ухода. Именно они позволяют обеспечить доминирование в составе древостоев хозяйственно ценных пород [1], повысить устойчивость насаждений к лесным пожарам [2] и увеличить выход крупномерных сортиментов к возрасту спелости [3]. Однако, на наш взгляд, целевое назначение рубок ухода этим не ограничивается. Полагаем, что с их помощью можно

обеспечить омоложение насаждений при сохранении ими защитных функций и рекреационной привлекательности.

Целью наших исследований являлось изучение возможности омоложения насаждений в зеленой зоне г. Нур-Султана.

В соответствии с целью исследований в вязово-кленовых искусственных насаждениях первой очереди создания были проведены рубки ухода слабой и умеренной интенсивности с закладкой постоянных пробных площадей (ППП) до начала проведения работ. Методика закладки ППП подробно изложена в методических рекомендациях уральских ученых [4] и прошла адаптацию в районе исследований. Дополнительно к изучению таксационных показателей древостоев подробно рассматривались количественные показатели всходов и подроста вяза приземистого (*Ulmus pumila* L.) и клена ясенелистного (*Acer negundo* L.).

Возраст насаждений на момент закладки ППП и проведения рубок ухода составлял 16 лет. Спустя 4 года после рубки вновь были определены таксационные показатели древостоев [5] и количественные показатели всходов и подроста.

Исследования показали, что уже с 15-летнего возраста вяз приземистый начинает суховершинить, что приводит к резкому ухудшению эстетической привлекательности насаждений. При этом клен ясенелистный прекрасно себя чувствует в искусственных вязово-кленовых насаждениях.

В процессе рубок ухода вырубались преимущественно суховершинные деревья вяза приземистого с целью вызова порослевого возобновления. В лесоводстве данный прием давно известен как омоложение насаждений «посадкой на пень». Появившаяся поросль от пней спиленных деревьев характеризуется быстрым ростом, поскольку использует корневую систему материнского дерева. В контрольном насаждении густота подроста вяза приземистого значительно меньше (таблица).

Количество всходов и подроста спустя 4 года после рубок ухода в искусственных вязово-кленовых насаждениях

Интенсивность изреживания	Порода	Густота всходов, тыс. шт./га	Густота подроста (тыс. шт/га/%) по группам высот, см				
			До 10	11–25	26–50	51–100	Итого
1	2	3	4	5	6	7	8
Контроль	Вяз	198,2	<u>28,7</u> 73,4	<u>9,2</u> 23,5	<u>1,2</u> 3,1	–	<u>39,1</u> 100
	Клен	18,5	<u>187,0</u> 54,0	<u>153,7</u> 44,4	<u>4,8</u> 1,4	<u>0,6</u> 0,2	<u>346,1</u> 100
	Итого	216,7	<u>215,7</u> 56,0	<u>162,9</u> 42,3	<u>6,0</u> 1,6	<u>0,6</u> 0,1	<u>385,2</u> 100

Окончание таблицы

1	2	3	4	5	6	7	8
Слабая	Вяз	467,8	<u>24,4</u> 50,0	<u>21,0</u> 43,0	<u>3,2</u> 6,6	<u>0,2</u> 0,4	<u>48,8</u> 100
	Клен	3,7	<u>157,5</u> 48,3	<u>138,8</u> 42,5	<u>28,8</u> 8,8	<u>1,3</u> 0,4	<u>326,4</u> 100
	Итого	471,5	<u>181,9</u> 48,5	<u>159,8</u> 42,6	<u>32,0</u> 8,5	<u>1,5</u> 0,4	<u>375,2</u> 100
Умеренная	Вяз	255,2	<u>60,5</u> 58,6	<u>36,3</u> 35,2	<u>6,4</u> 6,2	–	<u>103,2</u> 100
	Клен	–	<u>132,0</u> 41,8	<u>163,4</u> 51,7	<u>19,8</u> 6,3	<u>0,8</u> 0,2	<u>316,0</u> 100
	Всего	255,2	<u>192,5</u> 45,9	<u>199,7</u> 47,6	<u>26,2</u> 6,3	<u>0,8</u> 0,2	<u>419,2</u> 100

Материалы таблицы свидетельствуют, что как на пройденных рубками ухода ППП, так и на контрольных участках довольно много всходов вяза приземистого. Однако эти всходы в абсолютном большинстве погибают, не выдерживая конкуренции с материнскими деревьями за свет и влагу. Картина резко меняется при проведении рубок ухода, особенно умеренной интенсивности, где густота подроста вяза приземистого превышает 103,2 тыс. шт./га.

Особо следует отметить, что вяз приземистый распространяется преимущественно вегетативным способом, а клен ясенелистный – семенным. Наличие большого количества подроста вяза приземистого и клена ясенелистного спустя 4 года после проведения рубок ухода вызывает необходимость проведения очередного приема рубок, направленных на удаление отставших в росте экземпляров подроста с оставлением лучших экземпляров, которые заменяют удаленные в процессе первого приема рубок ухода материнские деревья.

### Выводы

1. Рубки ухода служат эффективным мероприятием по омоложению деревьев вяза приземистого и вязово-кленовых насаждений в целом.

2. Первый прием в искусственных вязово-кленовых насаждениях целесообразно проводить умеренной интенсивностью в 15-летнем возрасте с удалением начавших суховершинить деревьев вяза приземистого.

3. Второй прием рубок ухода целесообразно проектировать через 5 лет после первого. При его проведении, помимо уборки усыхающих деревьев, изреживается появившаяся после первого приема поросль с сохранением лучших экземпляров.

4. Для искусственных насаждений, созданных в зеленой зоне г. Нур-Султана, необходима разработка региональных рекомендаций по проведению рубок ухода, направленных на повышение устойчивости, долговечности и эстетической привлекательности насаждений.

*Библиографический список*

1. Залесов С. В. Лесоводство. – Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2020. 295 с.
2. Данчева А. В., Залесов С. В. Влияние рубок ухода на биологическую и пожарную устойчивость сосновых древостоев // Аграрный вестник Урала. – 2016. – № 3. – С. 56-61.
3. Рубки ухода / С. В. Залесов, Н. А. Луганский, Н. Н. Теринов, В. А. Щавровский. – Екатеринбург: УЛТИ, 1999. – 112 с.
4. Основы фитомониторинга / Н.П. Бунькова, С.В. Залесов, Е.С. Залесова, А.Г. Магасумова, Р.А. Осипенко. – Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2020. 90 с.
5. Опыт проведения рубок ухода в искусственных вязово-кленовых насаждениях Северного Казахстана / В. К. Панкратов, А. В. Данчева, С. В. Залесов, Е. П. Платонов // Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии им. В.Р. Филиппова. – 2020. – № 1. – С. 92-98.

УДК 630\*266

А. Н. Рахимжанов  
(A. N. Rakhimzhanov)  
Каз НИИЛХА, г. Щучинск, РК  
(Kaz NIILKHA, Schuchinsk, RK)  
А. С. Оплетаев  
(A. S. Opletaev)  
УГЛТУ, Екатеринбург  
(USFEU, Yekaterinburg)

**ОПЫТ СОЗДАНИЯ ЗЕЛЕННЫХ НАСАЖДЕНИЙ ВОКРУГ  
Г. НУР-СУЛТАНА  
(EXPERIENCE IN CREATING GREEN SPACES AROUND  
THE CITY OF NURSULTAN)**

*Обобщен опыт лесоразведения в ковыльно-типчаковой степи Северного Казахстана. Отмечается, что за четверть века вокруг современной столицы Республики Казахстан г. Нур-Султана создан зеленый пояс из искусственных насаждений площадью более 80 тыс. га.*

*The article summarizes the experience of afforestation in the Kovyl-tipchak steppe of Northern Kazakhstan. It is noted that for a quarter of a century around the modern capital of the Republic of Kazakhstan, Nursultan, a green belt of artificial plantings with an area of more than 80 thousand hectares has been created.*

Наличие зеленых насаждений во многом определяет микроклиматические условия и качество жизни населения. Неслучайно Президент Республики Казахстан Н.А. Назарбаев отмечал, что создание зеленого пояса вокруг города Астаны является не менее сложной и важной задачей, чем перенос столицы Республики. Перед лесоводами страны была поставлена задача создания насаждений в экстремальных условиях сухой ковыльно-типчаковой степи Северного Казахстана.

Целью наших исследований является обобщение опыта лесоразведения на территории зеленых насаждений г. Нур-Султана.

Известно [1], что выращивание лесных насаждений в степных условиях связано со значительными сложностями. Помимо недостатка влаги, высоких летних и низких зимних температур, суховеев, поздних весенних и ранних осенних заморозков, для района проведения исследований характерна высокая мозаичность почв. При этом участки лесопригодных почв сочетаются с условно-, относительно- и нелесопригодными почвам. Естественно, что перед началом работ потребовалось проведение почвенных исследований с картированием почвенных разностей и составлением почвенной карты.

Отсутствие аборигенной древесной растительности, помимо нескольких видов кустарников и березы повислой (*Betula pendula* Both.), обусловило необходимость установления перспективности древесных интродуцентов для конкретных лесорастительных условий. С этой целью на базе местного питомника «Ак кайын» республиканского государственного предприятия на праве хозяйственного ведения «Жасыл Аймак» был создан арборетум, в котором была проанализирована перспективность 132 таксонов, представляющих древесные растения 25 семейств, 59 родов и 118 видов [2]. В процессе исследований все изучаемые таксоны были распределены на 6 групп по их перспективности для озеленения и лесоразведения. При этом в группу непригодных вошло 27, неперспективных – 11, малоперспективных – 12, менее перспективных – 30, перспективных – 29 и самых перспективных – 23 таксона.

В целях повышения приживаемости и сохранности лесных культур, последние создавались в две очереди. Вначале производились рядовые посадки по следующей схеме. 4 ряда древесных растений, наиболее устойчивых в конкретных лесорастительных условиях (береза повислая, вяз приземистый и др.). По краям высаживались ряды кустарников (смородина золотистая, жимолость татарская и др.) для сдерживания проникновения травянистой растительности внутрь создаваемой полосы.

При расстоянии между рядами 4 м общая ширина создаваемых полос составляла 24 м. Шаг посадки в рядах кустарников – 0,75 м, деревьев – 1,0 м. Созданные полосы чередовались с открытыми пространствами (накопителями влаги) аналогичной ширины [3].



После смыкания крон высаженных деревьев в рядах и средней высоте лесных культур первой очереди 5–6 м в оставленных полосах (накопителях влаги) создавались лесные культуры из более ценных, но менее устойчивых видов по аналогичной схеме, но при замене кустарников саженцами деревьев.

Посадки проводились с учетом лесопригодности почв. В первую очередь лесные культуры создавались на лесопригодных и ограниченно лесопригодных почвах. При этом на лесопригодных почвах использовались несолевыносливые и очень слабо выносливые виды (сосна обыкновенная, береза повислая, лиственница и лиственница сибирская), а во вторую очередь – дуб черешчатый, ели, плодовые деревья.

На ограниченно лесопригодных почвах использовались засухоустойчивые и солевыносливые виды (вяз обыкновенный и приземистый, клены ясенелистный и татарский, яблоня сибирская, бузина красная и др.). На условно лесопригодных почвах при создании лесных культур использовались наиболее солеустойчивые виды (вяз приземистый, лохи узколистный и серебристый, карагана древовидная, жимолость татарская, смородина золотистая).

При создании лесных культур второй очереди в лесных культурах первой очереди по мере необходимости проводились рубки ухода [4]. При дополнении лесных культур использовались наиболее привлекательные интродуценты [5,6].

Особое внимание при создании лесных культур уделялось подготовке почвы и последующим агротехническим уходам.

Поскольку все создаваемые насаждения имеют рекреационное назначение, на нелесопригодных почвах создавались малые архитектурные формы, дорожно-тропиночная сеть, а также открытые типы ландшафта с типичной для региона травянистой растительностью.

### **Выводы**

1. Лесоразведение в условиях сухой типчаково-ковыльной степи связано со значительными сложностями.

2. При создании лесных культур требуется составление почвенных карт с распределением общей территории на четыре типа почв: лесопригодные, относительно-, условно- и нелесопригодные.

3. Для каждого типа почв должен быть подобран свой ассортимент древесно-кустарниковых видов прежде всего с учетом солеустойчивости.

4. Почвы для посадки лесных культур готовятся по системе черного пара. После посадки проводятся систематические агротехнические уходы по мере роста травянистой растительности.

5. Создание лесных культур проводится в две очереди. Вначале создаются лесные культуры из наиболее устойчивых видов полосами 24 м.

По мере смыкания лесных культур в рядах производится посадка лесных культур второй очереди.

6. Правильный подбор ассортимента древесно-кустарниковых пород и агротехники выращивания обеспечил создание в сухой ковыльно-типчаковой степи Северного Казахстана более 80 тыс. га зеленых насаждений, которые существенно улучшили условия проживания в столице республики Казахстан г. Нур-Султане.

### *Библиографический список*

1. Опыт создания лесных культур на солонцах хорошей лесопригодности / С. В. Залесов, О. В. Толкач, И. А. Фрейберг, Н. Ф. Черноусова // Экология и промышленность России. – 2017. – Т. 21. – № 9. – С. 42-47.

2. Арборетум лесного питомника «Ак кайын» РГП «Жасыл Аймак» / Ж. О. Суюндинов, А. В. Данчева, С. В. Залесов, М. Р. Ражанов, А. Н. Рахимжанов. – Екатеринбург : Урал. гос. лесотех. ун-т, 2017. – 92 с. – URL: <http://elar.usfeu.ru/litstream/123456789/6618/Arboretum> (дата обращения: 27.09.2020).

3. Надземная фитомасса и площадь поверхности ассимиляционного аппарата искусственных березовых древостоев в зеленой зоне г. Астаны / С. В. Залесов, Л. А. Белов, А. В. Данчева, Е. С. Залесова, А. С. Оплетаев, Ж. О. Суюндинов // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2015. – № 3(125). – С. 55-62.

4. Панкратов В.К. Опыт проведения рубок ухода в искусственных вязово-кленовых насаждениях Северного Казахстана / В.К. Панкратов, А.В. Данчева, С.В. Залесов, Е.П. Платонов // Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии им. В.Р. Филиппова. – 2020. – № 1. – С. 92–98.

5. Оплетаев А. С., Залесов С. В., Кожевников А. П. Новая декоративная форма ели сибирской (*Picea obovate* Ledeb.) // Аграрный вестник Урала. – 2016. – № 6 (148). – С. 40–44.

6. Крекова Я.А., Залесов С. В. Рост интродуцированных видов лиственниц (*Larix Mill.*) в Северном Казахстане // Международный научно-исследовательский журнал. – 2018. – № 9 (75). – Ч. 2. – С. 21–25.

УДК 574.3

Е. В. Сарапкина

(E. V. Sarapkina)

МФ МГТУ им. Н. Э. Баумана, Мытищи

(MB of Bauman BMSTU, Mytishchi )

# **РОЛЬ ПЫЛЕФИЛЬТРУЮЩЕЙ СПОСОБНОСТИ ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ В ПРОИЗВОДСТВЕ ЭКОСИСТЕМНЫХ УСЛУГ ГОРОДСКИХ НАСАЖДЕНИЙ**

**(DUST FILTRATION CAPACITY OF WOODY PLANTS  
AS AN ECOSYSTEM SERVICE OF URBAN PLANTINGS)**

*На примере процесса фильтрации воздуха рассмотрена взаимосвязь между экосистемными функциями древесно-кустарниковой растительности и образующимися ценностями.*

*On the example of the air filtration process, the relationship between the ecosystem functions of tree and shrub vegetation and the resulting values is considered.*

Уровень урбанизации постоянно возрастает. По данным ООН от 2014 г., к 2030 г. городское население составит более 60 % от общей численности людей во всем мире, к 2050 г. возрастет до 6 млрд. Такая стремительная урбанизации приводит не только к социальным и экономическим, но и экологическим проблемам [1].

С ростом городов увеличивается их промышленный потенциал. Возрастает степень загрязнения среды и напряженность экологической ситуации. Повышается загазованность, запыленность и задымленность воздуха, появляются особенности температурного и водного режимов воздуха и почвы, неблагоприятные химические, физико-механические и биологические свойства воздуха и почвы.

Одной из основных и весомых проблем в городе остается высокая запыленность воздуха. Пыль возникает в результате различных антропогенных процессов. К примеру, она образуется в виде промышленных и автомобильных выхлопов при сжигании дизельного топлива или в виде выбросов цементных заводов. Состоит пыль из смеси тяжелых металлов, углеводов, ароматических углеводородов и других веществ, растворенных в воздухе. Воздействие этих частиц на организм человека влечет за собой негативные последствия, например сердечно-сосудистые заболевания, нарушения функционирования дыхательной системы.

Городская древесно-кустарниковая растительность удаляет большое количество взвешенных в воздухе частиц, тем самым улучшает качество окружающей среды и качество жизни в целом.

Способность городских насаждений выступать в качестве пылевого барьера исследовалась многими авторами. Подзоров Н.В. [2] рассматривал осаждение пыли в лесных насаждениях. Чернышенко О.В. [3] оценивала способность древесных растений осаждать атмосферную пыль на территории города Москвы. Данный вопрос широко рассматривается и на международном уровне. Дончева-Бонева М. [4] исследовала пылефильтрующую способность городских древесных насаждений на различном расстоянии от проезжей части на территории Болгарии. Взаимосвязь между способностью растений улавливать пыль и морфологией листовой пластины изучалась на примере насаждений города Сиань в Китае [5]. В Германии возможность древесно-кустарниковой растительности фильтровать пыль, наряду со способностью связывать углерод и охлаждать город в целом, рассматривается в качестве услуг, которые оказывают городские насаждения населению.

В настоящее время роль насаждений как пылевых фильтров в городе оценивается не только как уникальная способность растений. Все большее внимание современного научного общества уделяется проходящим в насаждениях экологическим процессам как первооснове для формирования различных экосистемных услуг городских озелененных территорий.

В целом природные экосистемы являются ценным объектом урбанизированной среды, способным воспроизводить различные экосистемные услуги, а именно прямой и косвенный вклад природы и ее компонентов в благосостояние человека в экономическом, материальном, медицинском или психологическом плане.

Городские зеленые пространства в некоторой степени защищают и оптимизируют среду. Санитарно-гигиеническое значение природных территорий в городе является основным и наиболее важным. Благодаря им снижается шумовая нагрузка, воздух обогащается кислородом, биотрансформируются и рассеиваются загрязняющие вещества.

Способность насаждений снижать загрязнение воздуха занимает приоритетную позицию среди экологических процессов, которые приводят к формированию экосистемных услуг, которые, в свою очередь, имеют пользу (экономическую, социальную) для человека.

В результате экологического процесса по фильтрации атмосферного воздуха в городе от пыли посредством древесно-кустарниковой растительности в качестве потребляемого человеком продукта, непосредственно влияющего на благосостояние человека, выступает более чистый воздух. Сам процесс фильтрации, в свою очередь, является неким промежуточным этапом, влекущим за собой производство экосистемной услуги. Ценность этого процесса фильтрации воздуха через городские насаждения и даже ценность пылефильтрующей способности древесных растений воплощается

в измерении конечного продукта – более чистого воздуха в урбанизированной среде.

Для оценки и последующего управления экосистемными услугами необходимо более подробно изучить взаимосвязи между экосистемными функциями, экосистемными услугами и итоговыми ценностями. Эта научная задача остается весьма актуальной при настоящей активной урбанизации.

### *Библиографический список*

1. Verbeiren B., Van de Voorde T., Canters F., Binard M., Cornet and Y. Batelaan O. (2013): Assessing urbanisation effects on rainfall-runoff using a remote sensing supported modelling strategy // J Appl Earth Obs Geoinf 21. – P. 92–102.

2. Подзоров Н.В. Пылефильтрующая способность насаждений // Лесное хоз-во. – 1967. – № 1. – С. 39–40.

3. Чернышенко О.В. Поглощительная способность и газоустойчивость древесных растений в условиях города. – М.: МГУЛ, 2001. – 120 с.

4. Дончева-Бонева М. Замърсяване на атмосферния въздух с прах от автомобилния транспорт и прахозащитни функции на дървесната растителност // Наука за гората. – 1999. – № 1/ 2. – С. 100-103.

5. Huixia Wang, Hui Shi, Yangyang Li: Leaf Dust Capturing Capacity of Urban Greening Plant Species in Relation to Leaf Micromorphology. 2014.

УДК 630

А. С. Сергеева, Н. В. Беляева  
(A. S. Sergeeva, N. V. Belyaeva)

СПбГЛТУ, Санкт-Петербург  
(St.Petersburg State Forestry University, St.Petersburg)

### **ВЛИЯНИЕ ПОЧВЕННОГО ПЛОДОРОДИЯ НА ФОРМИРОВАНИЕ ЛЕСНЫХ ФИТОЦЕНОЗОВ НА ЗЕМЛЯХ, ПРОЙДЕННЫХ ПОЖАРОМ, В ЛЕНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ (INFLUENCE OF SOIL FERTILITY ON THE FORMATION OF FOREST PHYTOCENOSES ON LANDS AFTER FIRE IN THE LENINGRAD REGION)**

*Рассматриваются вопросы формирования лесных фитоценозов, в частности естественного возобновления леса на землях, пройденных пожаром, в зависимости от почвенного плодородия. Приводится агрохимическая характеристика почв исследуемых участков и численность подроста для каждого объекта.*

*The article deals with the formation of forest phytocenoses, in particular, the natural regeneration of forests on lands affected by fire, depending on soil fertility. The agrochemical characteristics of the soils of the studied areas and the number of undergrowth for each object are given.*

Естественное возобновления леса является сложным биологическим процессом, на который оказывают влияния множество факторов: материнский древостой, рельеф, почвенно-гидрологические условия и др. Одними из наиболее значимых факторов, влияющими на численность и породный состав подроста являются эдафические условия [1]. Беглые низовые лесные пожары оказывают благоприятное влияние на процесс естественного возобновления леса. Огонь уничтожает лесную подстилку и живой напочвенный покров, которые затрудняют прорастание семян древесных растений, и обогащает почву зольными элементами.

Объект исследования располагается на ордовикском плато. Территория плато отличается высокой освоенностью, распаханно около 30 % территории. Район исследования сложен красными бескарбонатными девонскими песчаниками, сверху песчаников располагается красный богатый железом валунный суглинок или супесь [2]. Почвы исследуемого участка относятся к отделу альфегумусовых почв, к типу дерново-подзолов. Название почв первого участка: грубогумусный грубогумусированный мелкоподзолистый иллювиально-железистый альфегумусовый подзол легкосуглинистый на девонском суглинке; второго и третьего участков: грубогумусный маломощный глубокоподзолистый иллювиально-железистый альфегумусовый подзол легкосуглинистый на девонском суглинке; седьмого участка: модергумусный маломощный мелкоподзолистый иллювиально-железистый альфегумусовый подзол легкосуглинистый на девонском суглинке (табл. 1).

Таблица 1

Агрохимические характеристики исследуемых почв

№ ПП	Почвенный горизонт, мощность, см	pH <sub>H2O</sub>	pH <sub>KCl</sub>	NO <sub>3</sub> , мг/100 г	Гумус, %	C/N
1	2	3	4	5	6	7
1	ao (5-10)	3,90	2,43	2,55	9,68	8,31
	E (10-19)	4,84	3,24	1,18	0,24	0,50
	BF (19-56)	5,29	3,72	1,06	0,50	1,11
2	AY (7-14)	4,03	2,55	2,68	3,46	2,80
	E (14-38)	4,64	2,94	1,30	0,28	0,53
	BF (38-70)	5,38	3,78	0,42	0,31	1,75

Окончание табл. 1

1	2	3	4	5	6	7
3	AY (5-15)	3,73	2,37	2,29	3,04	2,75
	E (15-35)	4,49	3,32	1,39	0,55	0,85
	BF (35-72)	5,15	3,31	0,74	0,21	0,55
7	AY (4-12)	3,51	2,41	2,36	1,28	1,23
	E (12-20)	5,11	3,37	0,44	0,09	0,41
	BF (20-58)	4,44	4,12	0,96	0,30	0,65

На почвенное плодородие оказывают наибольшее влияние содержание гумуса и азота в почве [3]. На плодородие исследуемых почв наибольшее влияние будет оказывать содержание гумусовых веществ, так как содержание азота на участках практически одинаковое (см. табл. 1). Содержание азота тесно связано с содержанием гумуса и процессом его минерализации. Основным источником основных элементов питания (NPK) в почве является органическое вещество. На скорость разложения гумусовых веществ оказывает значение водный и температурный режим почв. Разложение гумуса является окислительной реакцией, и для нее необходимо высокое содержание кислорода в почвенном воздухе, а с повышением влажности содержание кислорода в почве снижается за счет затруднения газообмена с атмосферой и, как следствие, уменьшается скорость реакции.

По данным приведенным в табл. 1, видно, что почвы опытных участков относятся к очень сильно кислым ( $pH < 4,0$ ), степень обеспеченности данных почв азотом очень низкая ( $NO_3 < 3$ ). По содержанию гумуса почва первой пробной площади относится к хорошо обеспеченным (% гумуса  $> 4,01$ ), второй и третьей площадей – к средне обеспеченным (% гумуса  $3,01-4,0$ ), а седьмой – к бедным (% гумуса  $1,01-2,0$ ).

Из вышесказанного следует, что наиболее плодородными и перспективными будут почвы первой пробной площади, а наименее – седьмой, так как в данных почвах самое большое и самое низкое значение соотношения C/N соответственно. Значение C/N почв первого участка довольно близко к оптимальному. Это свидетельствует о наиболее эффективном восстановлении леса на данном участке.

При сравнении взаимосвязи численности подроста с почвенным плодородием (табл. 1 и 2) видно, что с повышением почвенного плодородия значительно возрастает численность подроста. На первом участке самая большая численность будет у березового подроста, а среди хвойных пород – у елового. На седьмом участке самая большая численность у соснового подроста. Значительное различие в составе подроста на втором и третьем участках связано с различным составом материнских древостоев, растущих по соседству с пробными площадями. Общую высокую численность подроста на пробных площадях можно объяснить прошедшими пожарами, так как после пожара молодые всходы древесной растительности развивались

в условиях отсутствия сильной конкуренции со стороны травянистой растительности, также отсутствовало зависание семян в густом живом напочвенном покрове (см. табл.2).

Таблица 2

Численность подроста на опытных участках

Порода	Пробная площадь			
	1	2	3	7
Ель	1114	862	1742	699
Сосна	742	416	0	956
Береза	4248	1294	140	742
Осина	1002	554	106	888
Дуб	208	376	166	0
Σ	7314	3502	2154	3285

Как видно из приведенных выше данных, почвенное плодородие является важным фактором, влияющим на естественное восстановление лесной растительности, что подтверждается и ранее проводимыми исследованиями [4, 5]. Поскольку сосна является олиготрофным видом, она может произрастать как на плодородных почвах, так и на бедных. Следовательно, для успешного возобновления сосны будут подходить более бедные почвы, так как на почвах с высоким плодородием светолюбивая сосна не будет выдерживать жесткой конкуренции со стороны быстрорастущих мелколиственных пород.

В свою очередь, для восстановления теневыносливой ели подходят участки с более высоким почвенным плодородием, так как ель является требовательной к почвенным условиям, а наличие лиственных пород в составе насаждения позволит избежать солнечных ожогов хвои весной у молодых деревьев. Но следует учесть, что быстрорастущие лиственные породы имеют большую скорость роста, чем ель и будут занимать большую площадь. Следовательно, для более успешного возобновления ели следует своевременно проводить рубки ухода или химический уход, направленные на сокращение количества лиственных пород в составе. Также стоит отметить благоприятную роль прошедших пожаров на процесс естественного лесовосстановления.

*Библиографический список*

1. Влияние плодородия почвы на естественное возобновление леса на старопахотных землях / Данилов Д. А., Богданова Л. С., Мандрыкин С. С., Яковлев А. А., Сергеева А. С. // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. – 2019. – Вып. 229. – С.145-163.



2. Пестряков В.К. Почвы Ленинградской области. – Л.: Лениздат, 1973. – С. 342.
3. Лукина Н.В. Аккумуляция углерода в лесных почвах и сукцессионный статус лесов. – М.: Тов-во научных изданий КМК, 2018. – 232 с.
4. Данилов Д.А., Беляева Н.В. Влияние почвенных условий на произрастание смешанных хвойных древостоев // Отражение биогеоантропоферных взаимодействий в почвах и почвенном покрове»: сб. матер. V Междунар. науч. конф., посвящ. 85-летию кафедры почвоведения и экологии почв ТГУ (7-11 сентября, 2015 г., г. Томск, Россия). – Томск: Томск. гос. ун-т, 2015. – С. 399-402.
5. Post-fire restoration of tree species in various soil conditions after surface fires zone / Danilov D.A., Anisimova I.M., Belyaeva N.V., Kazi I.A. // IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 574, 2020. – 9 p.

УДК 630\*4+632.9

В. А. Симоненкова, В. Н. Симоненкова  
(V. A. Simonenkova, V. N. Simonenkova)  
ОГАУ, Оренбург  
(OSAU, Orenburg)

# **ОСОБЕННОСТИ АГРОТЕХНИКИ ВЫРАЩИВАНИЯ НЕКОТОРЫХ ИНТРОДУЦЕНТОВ В УСЛОВИЯХ ЮЖНОГО ПРЕДУРАЛЬЯ (PECULIARITIES OF AGRICULTURAL TECHNIQUES FOR SOME INTRODUCED SPECIES CULTIVATION IN THE CONDITIONS OF THE SOUTHERN PRE-URALS)**

*Рассмотрены вопросы выращивания интродуцентов в условиях резко континентального климата Южного Предуралья.*

*The article considers some issues of cultivating particular introduced species in the conditions of the harsh continental climate in the Southern pre-Urals.*

Оренбургская область, находящаяся на стыке двух континентов, наиболее подвержена погодной динамике в виде краткосрочных и долгосрочных циклов длительностью в 10–12 лет. Среднегодовая температура воздуха за последние 30 лет возросла на 1,2–1,6 °С в среднем по области. Увеличилась продолжительность безморозного периода на 8–12 сут, снизились предельная отрицательная температура и количество дней с экстремально низкими отрицательными температурами. Дефицит влаги, резко континентальный климат, повышенная ветровая активность и другие факторы способствуют формированию неблагоприятных условий для интродуцированной древесно-кустарниковой растительности.

В лесостепной и степной зонах Южного Предуралья интродукция некоторых декоративных видов часто заканчивается неудачей из-за зимнего подмерзания побегов, находящихся выше уровня снегового покрова. Выбор видов в насаждениях определяется зимостойкостью (ожегостойкостью), засухоустойчивостью и другими решающими параметрами, а также долговечностью, декоративностью и целью использования видов в насаждениях, устойчивостью их к неблагоприятным факторам среды, возможностью легкого возобновления. Обычно на территорию Оренбургской области вводят интродуценты, основные агроклиматические параметры которых соответствуют таковым в естественных условиях произрастания, поэтому считается, что интродуцент, обладая необходимыми характеристиками, способен успешно пройти процесс акклиматизации. В городском и лесопарковом озеленении интродуценты явно доминируют над древесными породами аборигенными видами. Это объясняется тем, что в условиях урбанизированной среды они во многих случаях более устойчивы, долговечны и декоративны, чем аборигенные виды.

При резком несоответствии условий среды и требований интродуцента растения постоянно испытывают стресс, плохо растут или погибают, так как оказываются неспособными к акклиматизации. Диапазон ответной реакции растений на действия экологических факторов и различных видов и их форм, безусловно, разный и зависит от генетических особенностей организмов и их приспособительных возможностей.

В результате интродукционной работы в Уральском регионе появилось до 300 экзотов древесных и кустарниковых пород, одни из которых успешно натурализовались, другие находятся в состоянии приспособления к новым условиям среды [1].

Успешная акклиматизация проявляется в устойчивости окраски хвои. Хвоя можжевельника обыкновенного является самым чувствительным органом, реагирующим на изменения окружающей среды. Почва служит источником снабжения растения минеральными питательными веществами. Химический состав и физические свойства почвы оказывают большое влияние на растения и их развитие. Существенный признак успешной акклиматизации – плодоношение древесных растений [2]. Еще более существенный признак акклиматизации экзотов – способность их возобновляться самосевом [3].

В повышении устойчивости интродуцируемых растений существенны условия питания. Применение различных видов минеральных и органических удобрений может иметь решающее значение для усиления роста, развития ослабленных растений и повышения их устойчивости.

В условиях озеленения приусадебных участков Южного Предуралья часто используются такие интродуценты, как сосна горная *Pinus mugo* Turra, ель сербская *Picea omorika* (Pančić) Purk., ель колючая *Picea pungens*

Engelm., туя западная *Thuja occidentalis* L., туя западная золотистокончиковая *Thuja occidentalis* «Aureo-spicata», биота восточная *Platyclusus orientalis* (L.) Franco, можжевельник китайский *Juniperus chinensis* L., можжевельник чешуйчатый *Juniperus squamata* Lamb. «Blue Carpet», чубушник венечный *Philadelphus coronarius* L., сирень персидская *Syringa persica* L., дуб красный *Quercus rubra* L., сумах оленерогий *Rhus typhina* L.

Выращивание данных видов требует особенного подхода к агротехнике. Так, все хвойные растений в период с ноября по март, особенно при наличии снегового покрова, могут получать солнечный ожог хвои, молодой коры побегов. В зимний период в условиях бесснежной зимы при резком понижении температуры и сильном ветре у можжевельника и туи наблюдается холодовый ожог хвои, ветвей и коры побегов и стволов вплоть до некроза кончиков веток. Также можжевельник китайский, сосна горная и туя западная часто подвержены снеголому отдельных ветвей и даже части кроны, когда снег забивается в крону и приводит к ее деформации, а при смерзании в ледяной комок – к облому кроны до 1/2 части, что в дальнейшем способствует появлению гнилевых болезней, потере декоративности. Поэтому в условиях Оренбургской области рекомендуется устанавливать пирамидки для можжевельника, туи, сочетая их с обвязкой кроны мешковиной для защиты от солнечных и холодовых ожогов. Декоративные низкорослые сосны рекомендуется обвязывать мешковиной или стягивать крону мягким материалом. Стяжка удаляется ранней весной до начала сокодвижения. В конце осени необходимо пролить хвойные под корень, так как увлажненная почва промерзает на меньшую глубину, что уменьшает риск весенних повреждений.

Весной обязательно производиться подкормка специализированными минеральными удобрениями, в летний период можно использовать органическую подкормку. Очень важным в осенний период будет подкормка хвойников сульфатом магния. Хвойники часто страдают от недостатка магния, веточки опадают, приобретают коричневый цвет, буреют, рыжеют. Накопив магний, хвоя будет более устойчива к зимним трудностям. Также по стандарту осенью нужно подкормить хвойники безазотистыми комплексными удобрениями: суперфосфатом, сульфатом калия.

Дуб красный, великолепно выращиваемый в дендросаде Института экологии Волжского бассейна РАН (г. Тольятти), в условиях Оренбургской области на 3–5-м году может сильно подмерзнуть. Часто в декабре наблюдаются бесснежные дни со среднесуточной температурой воздуха до -20–25 °С, что приводит к вымерзанию не только сеянца в верхней части, но и подмерзанию корневой системы, поэтому рекомендуется в течение первых 5 лет выращивания сеянца укрывать корневую систему и само растение опавшими листьями, опилками. Аналогичное подмерзание наблюдается у сумаха оленерогого.

Грунтовые воды Оренбургской области из-за особенностей почвы часто бывают излишне засолены, поэтому при использовании для полива такая вода приводит к печальным последствиям нарушения физиологических функций дерева в начале вегетации. Поэтому рекомендуется уменьшить объем разового полива. Хвойные растения больше страдают от засоленной воды, чем лиственные. В засушливых регионах, в которых осадков выпадает мало, вода испаряется быстрее, чем выпадает в виде осадков. Постепенно соль накапливается в верхнем слое и при превышении определенной концентрации растения погибают. Почва наиболее часто бывает засоленной легкорастворимыми солями – хлоридами и сульфатами.

Так как интродуценты при акклиматизации испытывают стресс, то изначально ослаблены и подвержены заселению многими вредителями и поражению возбудителями болезней. Так, практически ежегодно на горной сосне можно отметить бурую сосновую тлю *Cinara pinea* Mordv, рыжего соснового пилильщика *Neodiprion sertifer* **Geoffroy**, звездчатого соснового пилильщика-ткача *Acantholyda posticalis* Mats. На елях сербской и колючей часто встречается зеленый елово-лиственничный хермес *Adelges laricis* **Vallot**, на дубе красном – мучнистая роса (возб. *Microsphaera alphitoides* Gr.). Туя и можжевельник поражаются фузариозом (возб. род *Fusarium*), альтернариозом (возб. *Alternaria tenuis* Nees.). Ива ломкая часто заселяется ивовой шитовкой *Chionaspis salicis* L.

От вредителей хорошо показали себя системные инсектициды Актара, ВДГ, Энжио форте, КС, Калипсо, КС, Конфидор, КЭ. От болезней эффективны системные фунгициды Топаз, КЭ, Скор, КЭ, Фоликур, КЭ, Фалькон, КЭ. Для защиты от стресса рекомендуется применять эффективный биологический иммуностимулятор с адаптогенными свойствами Циркон, стимулятор роста растений, обладающий действием, направленным на повышение стрессоустойчивости Эпин, «виталайзер», концентрированный органический продукт, поддерживающий и стимулирующий рост растений НВ-101.

### Библиографический список

1. Мамаев С.А., Семкина Л.М. Интродуцированные деревья и кустарники Урала. – Свердловск, 1988. – 103 с.
2. Тишкина Е.А. Адаптационный потенциал интродукционных ценопопуляций *Juniperus communis* L. в условиях урбаносферы г. Екатеринбурга // Плодоводство, семеноводство, интродукция древесных растений: матер. XXI Междунар. науч. конф. – Красноярск, 2018. – С. 240–243.
3. Мамаев С.А. Успехи интродукции растений на Урале и в Поволжье. – Свердловск: Изд-е УНЦ АН СССР, 1977. – 166 с.

УДК 630\*231

В. А. Симоненкова, В. Н. Симоненкова  
(V. A. Simonenkova, V. N. Simonenkova)  
ОГАУ, Оренбург  
(OSAU, Orenburg)

# **ОСОБЕННОСТИ ЕСТЕСТВЕННОГО ВОЗОБНОВЛЕНИЯ РОДА POPULUS В ЛЕСОПАРКЕ «ЗАУРАЛЬНАЯ РОЩА» Г. ОРЕНБУРГА (FEATURES OF NATURAL REGENERATION OF THE POPULUS IN THE FOREST PARK "ZAURALNAYA GROVE" IN ORENBURG)**

*Рассмотрены вопросы естественного возобновления рода Populus в условиях урбосреды.*

*The paper deals with the issues of natural regeneration of the Populus in an urban environment.*

Видовой состав тополей, произрастающих в парках, в скверах и садах г. Оренбурга, представлен в работах Абаймова В. Ф., Балыкова О. Ф., Симоненковой В. А. [1–3]. Тополя являются наиболее быстрорастущими древесными растениями, поэтому они получили широкое применение для городского озеленения.

На территории г. Оренбурга произрастают следующие виды рода Populus:

- тополь черный, или осокорь *Populus nigra* L.;
- тополь черный, *разновидность пирамидальный Populus nigra var. Italica Münchh*;
- тополь бальзамический *Populus balsamifera* L.;
- тополь белый *Populus alba* L.;
- тополь дрожащий, или осина *Populus tremula* L.;
- тополь сереющий *Populus canescens* (Aiton) Sm.

По Bugala, P. canescens считается гибридом между P. alba и P. tremula [4].

В 1857 г. в Оренбурге был организован городской парк «Зауральная роща», где были проложены аллеи, произведена посадка деревьев: тополя черного, тополя белого, ивы белой, вяза обыкновенного, дуба черешчатого, тополя дрожащего, или осины. Позже появился тополь бальзамический, вяз мелколистный, или карагач, береза бородавчатая, лиственница сибирская, сирень обыкновенная, карагана древовидная, ясень обыкновенный, клен ясенелистный, тополь сереющий. Рассматривая историю создания лесопарка «Зауральная Роща» в начале XIX в., можно отметить, что многим

деревьям, находящимся на территории лесопарка, более 200 лет. Это старые деревья тополя черного, тополя сереющего, диаметр которых невозможно измерить с помощью мерной вилки. По приблизительным измерениям в среднем он достигает 150–180 см. Высота этих деревьев находится в пределах 23–38 м. Поэтому все эти старые (сенильные) деревья лесопарка приближаются к естественному отпаду. Такие старые деревья рассеяны вдоль асфальтовой дороги от лыжной станции и моста через р. Урал до р. Старицы (Большой поляны). Эти деревья умирают – они поражены различными видами гнилей, суховершинят, многие полностью усохли (рис. 1, 2).



Рис. 1. Тополь черный



Рис. 2. Тополь сереющий

Тополь черный в России произрастает в черноземных районах европейской части страны. Это типичный представитель равнинных лесов, размножается семенами, пневой порослью и корневыми отпрысками, производит огромное количество семян. Для семенного возобновления тополя черного необходимо наличие открытых, хорошо освещенных и лишенных травяного покрова отмелей, которые характеризуются отсутствием засоленности. Укоренение и выживание молодых сеянцев наиболее успешно происходит в условиях, при которых корни постоянно находятся во влажной среде. Осокорь вполне эврибионтен. Он относится к холодостойким растениям, приспособленным к существованию в условиях продолжительной суровой зимы, проявляя при этом высокую зимостойкость. В целом же тополь черный – это влаголюбивое пойменное растение, которое отрицательно реагирует на уплотнение почвы пешеходами. Продолжительность жизни тополя черного в городской черте составляет обычно 50–70 лет, дальнейшему росту часто мешает повреждение грибом (стволовые гнили). В лесу тополя доживают до 150–200 лет и больше.



Тополь сереющий имеет продолжительность жизни 60–80 лет. Произрастает по поймам рек лесостепной и степной зон. Морозоустойчив. Растет быстро, дает обильные корневые отпрыски. Это светолюбивый вид, который хорошо выносит полутень. Ветроустойчив, теневынослив, выносит лучше всех других тополей понижение уровня грунтовых вод. Очень нетребователен к почвам.

По данным А. Т. Веретенникова, естественное возобновление тополя черного происходит за счет корневых отпрысков и частично порослью от пня, а семенное возобновление практически отсутствует из-за задерненности почв [5].

При естественном возобновлении пойменных тополельников количество подроста тополей черного и белого зависит от возраста и состава насаждений, а также наличия мощного травяного покрова в низкополнотных насаждениях, который сдерживает появление и развитие подроста. Семенное возобновление тополя под пологом леса не превышает 10 %. Исключительно важным является изучение возобновления в зависимости от возраста древостоя. По этим данным наибольшее количество подроста наблюдается в 30-летних тополельниках. В целом оптимальные условия для возобновления, обеспечивающие естественное воспроизводство тополельников, складываются при следующих показателях: при возрасте не старше 50 лет; в типах лесорастительных условий  $C_2$ ,  $D_2$  и  $D_3$  [6].

Нами был произведен учет всех произрастающих деревьев, включая благонадежный подрост высотой от 1,5 м. Так, на начало 2008 г. на данной территории произрастало 437 деревьев тополя черного, 269 тополя сереющего, 11 тополя белого, 107 деревьев тополя дрожащего. По данным обследования 2020 г., произрастало 316 деревьев тополя черного, 697 тополя сереющего, 8 тополя белого, 65 деревьев тополя дрожащего (рис. 3).

Тополь сереющий как суперэврибионт легче возобновляется за счет корневых отпрысков. Тополь черный более требователен к условиям произрастания. В условиях отсутствия весеннего половодья, разливов на р. Урал в последние 20 лет, снижения уровня грунтовых вод, в том числе за счет резкого обмеления реки, он хуже размножается вегетативно. Семенного возобновления тополя черного на территории лесопарка мы не обнаружили ввиду повсеместно старых перестойных деревьев. Подрост вегетативного происхождения составил 47 шт. Семенное возобновление тополя сереющего было более успешным. Так, в 2020 г. на долю подроста тополя сереющего от 1,5 м и выше семенного происхождения приходилось 37,8 %, на долю вегетативного происхождения – 62,2 %. В целом подрост тополя сереющего составил 218 шт.

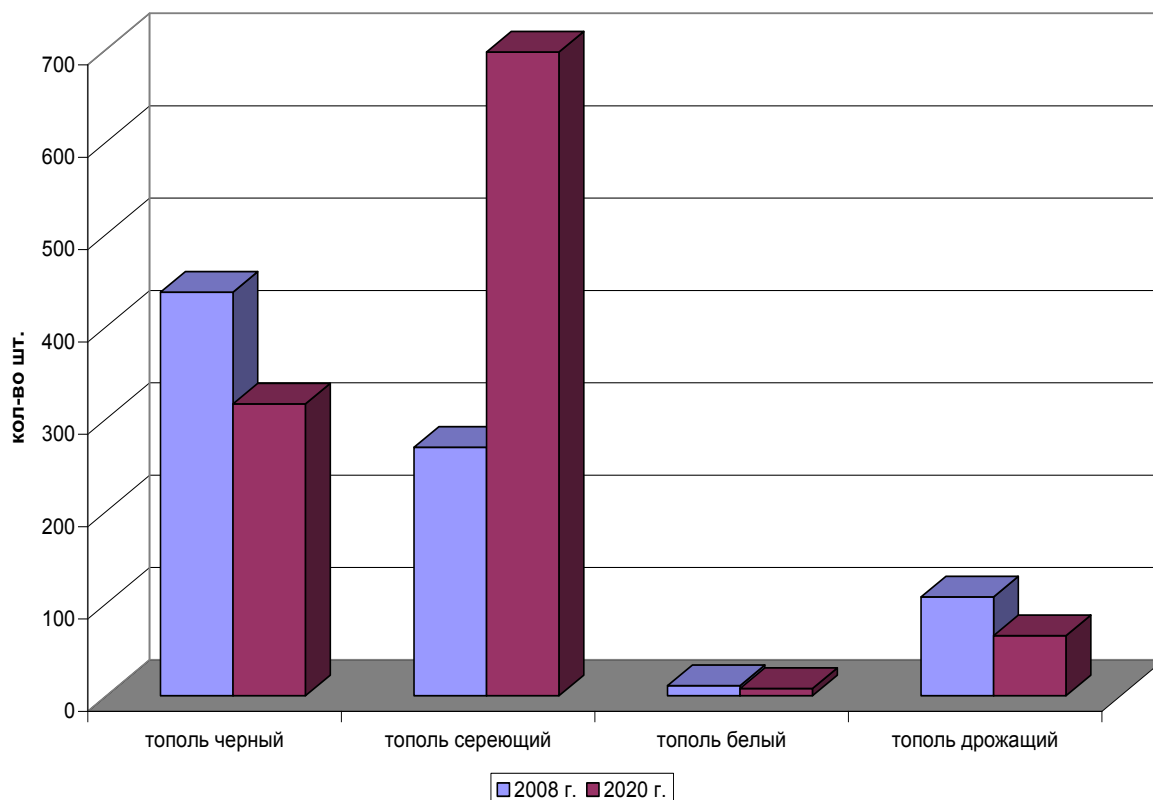


Рис. 3. Динамика количества произрастающих деревьев рода *Populus* на территории лесопарка

Таким образом, из-за изменяющихся условий местопроизрастания, сенильного возраста деревьев естественного возобновления тополей на территории лесопарка «Зауральная роща» г. Оренбурга признано неудовлетворительным. Преобладает вегетативное возобновление, что является нежелательным, так как такие деревья более подвержены в условиях урбосреды гниевым, раковым и сосудистым болезням. Также отмечено, что тополь сереющий постепенно вытесняет насаждения тополя черного за счет более успешного естественного вегетативного возобновления.

#### *Библиографический список*

1. Абаимов В.Ф., Герасимова Е.Ю. Флористическое сходство древесно-кустарникового ассортимента парков культуры и отдыха Оренбургской области // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2016. – №1 (57). – С. 33-37.
2. Балыков О.Ф. Зеленые насаждения Оренбурга - вчера, сегодня, завтра. – Оренбург : Оренб. кн. изд-во, 2002. – 400 с.
3. Симоненкова В.А., Осмирко А.А., ИONOва Е.А. Особенности видового состава вредной энтомофауны городских насаждений // Актуальные проблемы лесного комплекса. – 2015. – №41. – С. 207-210.



4. Вопрос о происхождении тополя сереющего и его формы / Галдина Т. Е., Гончарова Н.Г., Горлова А.К., Жиленкова Е.С., Калошин В.П., Самошин С.Е. // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2018. – № 8. – С. 74-78. – URL: <https://applied-research.ru/ru/article/view?id=12368> (дата обращения: 11.11.2020).

5. Веретенников А.Т. Проект организации тополевого хозяйства в пойме рек Урала и Сакмары «Агропроект». – Воронеж, 1960. – 86 с.

6. Гурский А. Ак., Литвинов С. Н., Гурский А. Ан. Закономерности изменения возобновления тополя в зависимости от характеристик насаждений в пойменных лесах Оренбуржья // Известия ОГАУ. – 2004. – № 2. – С. 104-105.

УДК 631.53

Д. А. Слюсарев

(D. A. Slusarev)

МФ МГТУ им. Н. Э. Баумана, Мытищи

(MB of Bauman BMSTU, Mytishchi )

О. В. Маслова

(O. V. Maslova)

МГУ имени М.В.Ломоносова, Москва

(Lomonosov MSU, Moscow)

А. Е. Маслова, Е. А. Игнатенко

(A. E. Maslova, E. A. Ignatenko)

Школа № 1434 «Раменки», Москва

(School No.1434 «Ramenki», Moscow)

А. М. Сенько

(A. M. Senko)

СОШ №20, Подольск МО

(Secondary School No. 20, Podolsk, Moscow Region)

## **ПРОРАЩИВАНИЕ СЕМЯН ПРОСА (*PANICUM MILIACEUM*)**

### **ПРИ ВАРЬИРОВАНИИ СОСТАВА ПОДПИТОК**

**(GROWING THE SEEDS OF PROSO (*PANICUM MILIACEUM*)**

**WITH VARIATING THE ENRICHMENTS COMPOSITION)**

*Оценена возможность использования культуральных жидкостей, накопленных после выращивания различных микроорганизмов, в качестве питательных растворов для полива семян проса в процессе их проращивания. Показано, что наиболее эффективно для этих целей применение среды, полученной при культивировании пекарских дрожжей.*

*The possibility of using the culture liquids wasters accumulated after the cultivation of various microorganisms as nutrient solutions for watering proso*

*millet during their germination has been evaluated. It has been shown that the most effective for these purposes is the use of a medium obtained by cultivating baker's yeast.*

В условиях наблюдаемых повсеместно климатических изменений и катаклизмов, пандемии COVID-19 и других актуальных проблем современного общества обеспечение устойчивого развития, социально-экономической, экологической и продовольственной безопасности является одним из приоритетных направлений государственной политики ведущих мировых держав. Среди основных векторов, определяющих устойчивость развития мировой экономики в текущих условиях, можно выделить цифровизацию, внедрение аддитивных технологий, валоризацию и циркуляцию отходов, вовлечение в товарооборот возобновляемых ресурсов и отходов. Данные направления характеризуются значительной экономией ресурсов, обеспечивают создание добавленной стоимости за счет рассмотрения отходов в качестве исходного сырья для получения продуктов, товаров и услуг. При разработке алгоритма выбора того или иного отхода и способа его вовлечения в товарооборот для получения экономического эффекта может быть рекомендовано использование подхода Fast Track Stage и комплексного подхода, учитывающего современные тенденции развития рынка и прогнозирование, при котором компании в рамках мировой экономики рассматриваются в виде саморазвивающихся, стремящихся к устойчивому развитию экосистем [1].

Целью данного исследования является формирование основ построения алгоритма для отбора отходов с высоким рыночным потенциалом и изучения перспектив их возможной валоризации за счет последующего использования в ходе выращивания растений.

Известно, что применение отходов деревоперерабатывающих производств может быть предложено для изготовления конструкционных материалов со специфическими свойствами [2]. Однако в ходе анализа рынка и тенденций его развития становится очевидным, что лидирующие позиции по наращиванию объемов сбыта в ближайшем будущем будут занимать биотехнологические производства. Таким образом, можно сделать вывод о том, что количество отходов в составе данного сектора будет также расти. Следовательно, с учетом основных тенденций развития мирового хозяйства уже сегодня актуальным является поиск возможностей для валоризации таких отходов, например, за счет использования для нужд лесного комплекса или агросектора.

Так, известно, что отходы, содержащие биомассу избыточно активного ила, можно использовать в качестве удобрений при выращивании посадочного материала сосны [3]. Также установлено, что добавление культуральной жидкости чайного гриба (scooby) в воду для полива оказывает по-

ложительное влияние на эффективность выращивания микрозелени [4]. Таким образом, предварительно стерилизованные отходы культивирования клеток, которые изначально использовались для наращивания биомассы непатогенных микроорганизмов в составе биотехнологических производственных циклов (класс А), часто содержат достаточно большое остаточное количество органических и минеральных компонентов и поэтому перспективны для изучения возможностей их включения в состав органоминеральных удобрений и использования для нужд лесного хозяйства и агросектора с целью создания добавленной стоимости и получения экономического эффекта. В настоящее время для таких отходов согласно СанПиН 2.1.7.2790-10 предпочтительным является сброс в систему городской канализации или захоронение на полигонах. Вероятно, это связано с отсутствием применения комплексного подхода к оценке возможностей извлечения прибыли за счет выстраивания товарно-продуктовых вертикалей путем обмена потенциальными ресурсами между высокодоходными биотехнологическими производствами и относительно низкодоходными лесным хозяйством и агросектором. При этом уже сегодня биотехнологии активно взаимодействуют с агросектором, в условиях создания общей цифровой среды постепенно формируются целостные экосистемы, нацеленные на полноценное устойчивое развитие, а не только получение прибыли в краткосрочной перспективе. Отмечено, что внутри лесного хозяйства и агросектора в настоящее время происходят серьезные трансформации в сторону формирования ядра шестого технологического уклада. В частности, все большее внимание уделяется выращиванию коммерческих растений в составе аэропонных установок, что способствует экономии земельных и других ресурсов, снижению трудозатрат и расходов на логистику, способствует повышению степени цифровизации системы управления предприятием.

В ходе анализа рынка установлено, что по сравнению с рисом и пшеницей семена ряда мелкозернистых злаковых травянистых растений (просо, сорго и т.п.) имеют гораздо лучшие характеристики по содержанию минералов и витаминов, обладают огромным потенциалом для обеспечения продовольственной безопасности в области питания населения и включения в состав животных кормов [5]. Просо обыкновенное (*Panicum miliaceum*) – одно из семи широко культивируемых видов проса. Оно считается экологически безопасным, не содержит глютена, полезно для употребления в пищу животными и людьми. Исключительные питательные свойства семян этого растения привели к постепенному увеличению спроса на него на рынке продуктов питания, особенно для людей с диабетом и глютеновой энтеропатией. Известно также, что просо очень хорошо отзывается на действие и последствие минеральных и органических удобрений. Таким образом, просо является перспективной растительной культу-

рой как для получения прибыли, так и для апробации его выращивания при использовании в качестве подпиток отработанных стерильных сред, полученных после выращивания микроорганизмов.

В ходе проращивания семян проса обыкновенного в качестве подпитки протестировано 3 отработанных стерильных среды, представляющих собой отходы после выращивания непатогенных культур: А – пекарских дрожжей, Б – биомассы чайного гриба (*scoby*), В – биомассы консорциума «кефирный гриб». При проведении исследований исходно в стеклянные флаконы вносилось по 1 г стерильного почвогрунта (питательный грунт Цветочный, Фаско, Россия), по 5 семян проса (смесь *Baka High Quality*, Вака, Россия), по 0,5 мл подпитки и 0,5 мл водопроводной воды. В качестве контроля вместо подпитки во флакон вносилось 0,5 мл водопроводной воды. Внешний вид ростков проса, полученных после 8 сут выращивания, представлен на рисунке.

Согласно полученным результатам, отходы в виде стерильной отработанной среды, представляющей собой жидкость, в которой культивировались пекарские дрожжи, перспективны для включения в состав органоминеральных удобрений, используемых для выращивания коммерческой культуры с высоким рыночным потенциалом – проса (*Panicum miliaceum*).



Результаты исследования возможностей проращивания семян проса (*Panicum miliaceum*) при варьировании состава подпиток (слева направо): контроль, подпитка А, Б или В

Таким образом, в ходе проведенного исследования установлено, что использование комплексного подхода, учитывающего современные тенденции развития рынка и прогнозирование, при котором компании в рамках мировой экономики рассматриваются в виде саморазвивающихся, стремящихся к устойчивому развитию экосистем, является целесообразным с точки зрения формирования основы для построения алгоритма, нацеленного на отбор отходов с высоким рыночным потенциалом и изуче-

ния перспектив создания добавочной стоимости за счет их последующего использования. В ходе первичной апробации данного алгоритма биотехнологическая отрасль была выбрана в качестве перспективного источника отходов, обладающих высоким рыночным потенциалом с точки зрения возможностей их валоризации за счет использования в агропромышленном секторе (отходы класса А – отработанные питательные среды, исходно используемые для наращивания непатогенной биомассы). Предложено использование отходов в качестве подпитки при выращивании коммерчески значимой сельскохозяйственной культуры с благоприятными прогнозами относительно возможного расширения рынка сбыта в условиях перехода к устойчивому развитию – проса (*Panicum miliaceum*). Апробация результатов, полученных в ходе использования предложенного алгоритма, успешно продемонстрирована на практике в лабораторных условиях.

Работа профинансирована в рамках выполнения государственного задания (АААА-А16-146052010081-5).

### Библиографический список

1. Перспективы включения растительных отходов в процесс комбинированного химико-биологического обессеривания углеводородного сырья / Маслова О.В. и др. // Инновационные материалы и технологии: материалы Междунар. науч.-техн. конф. молодых ученых. – Минск: БГТУ, 2020. – С. 139–142.
2. Применение отходов деревоперерабатывающих производств в изготовлении конструкционных материалов со специфическими свойствами / Яцун, И. В. и др. // Лесотехнический журнал. – 2014. – Т.4. – №3 (15). – С. 220–229.
3. Эффективность внесения нетрадиционных удобрений при выращивании посадочного материала сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) / Залесов С. В. и др. // Аграрный вестник Урала. – 2015. – №2 (132). – С. 45–48.
4. Культуральная жидкость чайного гриба (scooby) в качестве подпитки при выращивании микрозелени / Маслова А. Е. и др. // Наука, образование, производство в решении экологических проблем (Экология-2020) : матер. XVI Междунар. науч.-техн. конф: в 2 т. / Уфимск. гос. авиац. техн. ун-т. – Т. 2. – Уфа: РИК УГАТУ, 2020. – С. 348–351.
5. Millet Scenario in India / Gowri M. U. et al. // Economic Affairs. – 2020. – Т. 65. – №. 3. – С. 363–370.

УДК 630.3.:331

Т. Б. Сродных, Е. Ю. Медведева  
(Т. В. Srodnykh, E. Yu. Medvedeva)  
УГЛТУ, Екатеринбург  
(USFEU, Yekaterinburg)

**ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ АССОРТИМЕНТА РАСТЕНИЙ  
ДЛЯ ОЗЕЛЕНЕНИЯ ГОРОДА ЕКАТЕРИНБУРГА**  
(FEATURES OF FORMATION OF AN ASSORTMENT OF PLANTS  
FOR LANDSCAPING OF THE CITY OF YEKATERINBURG)

*Рассмотрены вопросы формирования современного ассортимента древесных и кустарниковых видов для озеленения Екатеринбурга. Показаны положительные и отрицательные стороны современного подхода к формированию актуального городского ассортимента растений.*

*The issues of the formation of a modern assortment of tree and shrub species for landscaping in Yekaterinburg are considered. The positive and negative sides of the modern approach to the formation of the current urban assortment of plants are shown.*

Интенсивное увеличение количества автомобильного транспорта и, как следствие, рост загрязнения окружающей среды, увеличение количества застраиваемых территорий и утрата резервируемых под озеленение и благоустройство свободных земельных участков так же, как и ряд других негативных воздействий (увеличение уровня шума, уплотнение и загрязнение грунта, нарушение его газообмена асфальтовым покрытием), являются проблемами экологического состояния крупных городов. Не избежал этих проблем и город Екатеринбург, где они усугубляются в связи с плотной и компактной застройкой.

В силу этих причин, а также с учетом того, что биолого-экологические условия выращивания растений в питомниках резко отличаются от условий их дальнейшего произрастания в урбанизированной среде, проблема подбора ассортимента растений для городского озеленения стоит чрезвычайно остро.

Согласно нашим исследованиям, проводившимся в конце 90-х – начале 2000-х годов, когда было обследовано 40 улиц центрального планировочного района (ЦПР), было установлено, что лидирующим видом в посадках являлся тополь бальзамический – 22,8 %, близка к нему и доля участия липы мелколистной – 19,0 %, довольно высока доля клена ясенелистного – 17,1 %. Завершали шестерку лидеров яблоня ягодная, ясень пенсильванский и береза повислая [1]. Из 6 лидирующих видов – 2 вида абorigены. С 50-х годов прошлого века к началу XXI в. число видов местного

происхождения в городском ассортименте колебалось от 17 до 21 %. Цифры достаточно условные, но они показывают общую тенденцию. Некоторое повышение доли аборигенов (реально она была даже несколько выше, так как в 2000 гг. обследовались только уличные посадки) произошло за счет увеличения доли липы с 8 % в 1981 г. до 19 % в 2000 г. [1].

На исторических объектах общего пользования, созданных в XIX в., расположенных в ЦПР, также наблюдается довольно высокая доля видов аборигенов. Это связано с тем, что в XIX в. в озеленении городских объектов общего пользования преобладали виды местного происхождения. На исторических объектах, несмотря на то, что все они претерпели в тот или иной период реконструкцию, доля местных видов значительна и колеблется в следующих пределах: липа мелколистная – от 19 до 93 % (присутствует на всех пяти объектах); береза повислая – от 7 до 8,5 % (на трех объектах); лиственница сибирская – от 7,3 до 17 % (на трех объектах); рябина обыкновенная – 9 %; бузина красная – 10,3 % (последние два вида присутствуют на одном объекте). К этим объектам относятся два бульвара – Верх-Исетский и пр. Ленина, сквер Попова, сад Вайнера и Харитоновский парк [2, 3].

В парках, созданных в начале и середине XX в., еще высок процент аборигенных видов. Особенно там, где давно не было реконструкции. Так, в парке им. 50-летия Советской власти доля березы повислой составляет 24,5 %, лиственницы сибирской – 21,5 % [4]. В парках, где недавно проведена реконструкция, все еще преобладают виды, популярные в прошлом веке. Так, в парке им. П. Морозова, где в 2014 г. была проведена реконструкция, доля тополя бальзамического и клена ясенелистного снизилась, но они все еще лидируют: представленность тополя – 26,6 %, клена ясенелистного – 12,4 %. Аборигены присутствуют, но их доля не превышает 5-процентный порог [5]. Но существенно выросла доля яблони ягодной – до 24,1 %. Эту тенденцию мы наблюдали и в уличных посадках 2000 г.

В озеленении XXI в. продолжает уменьшаться доля тополя бальзамического и клена. Их место на улицах и парках стали занимать такие интродуценты, которые давно и успешно себя зарекомендовали в наших условиях: это ясень пенсильванский, вязы, яблоня ягодная и ее декоративные формы, гибридные тополя с широко и узкопирамидальной формой кроны, ива ломкая шаровидная. Из местных видов значительна доля только липы и то в основном для уличных посадок, остались в небольшом количестве в старых скверах и уличных посадках: рябина обыкновенная, черемуха обыкновенная, ива козья, а из хвойных: лиственница сибирская, сосна сибирская (кедр) и единично ели сибирская и европейская и пихта.

Но в последние годы в городе стали создаваться новые скверы и мини-парки, выполненные по проектам западных ландшафтно-архитектурных бюро. Проекты довольно интересные и с соответствующим для Запад-

ной Европы ассортиментом видов. Так, в последние 10 лет появились новые объекты ландшафтной архитектуры, в частности новые скверы. Часть из них была создана на месте старых скверов, но здесь речь не идет о реконструкции, так как новые скверы были созданы на «чистом месте» – изменились их размеры, конфигурация, планировка и состав насаждений. Мы обследовали три сквера: сквер перед Пассажем, сквер им. К. Бабыкина и сквер перед Управлением Свердловской железной дороги (СЖД). Ассортимент скверов очень разнообразен. В сквере им. К. Бабыкина произрастает 20 видов и форм деревьев и кустарников, в сквере у Пассажа – 18 без учета декоративных травянистых многолетников и в сквере перед Управлением СЖД – 8 видов и форм. При этом все виды – интродуценты и в большинстве своем неакклиматизированные в наших условиях, неизученные, и неизвестно, как они поведут себя через 3–5 лет, будут ли они проходить весь генеративный цикл развития и прочие вопросы.

В связи с изменением климата и наступлением более мягких зимних периодов на территории Среднего Урала стало возможным использование посадочного материала для 4 и даже 5 зоны зимостойкости по климатическим картам зон зимостойкости (США). Поэтому в последнее время при благоустройстве общественных городских территорий стали часто появляться растения-интродуценты, ранее произрастающие на территориях ботанических садов и в частных домовладениях. Это такие декоративные виды, как клен остролистный и его декоративные формы «Роял Ред» и «Друммонди», липа европейская «Паллида», яблони «Рудольф», «Эверест», «Роял Бьюти»; декоративные сорта дерена белого «Элегантиссима», «Сибирика», «Сибирика Вариегата», «Аурея», «Крим Крекер», различные сорта гортензии метельчатой, лапчатки кустарниковой – «Голд Стар», «Лавли Пинк», «Маунт Эверест», пузыреплодника калинолистного «Диаболо», «Лютеус» и т.д.

Таким образом, на сегодняшний день современное сортовое многообразие кустарников и деревьев предоставляет ландшафтным проектировщикам и озеленителям широкий диапазон возможностей для создания комфортных и эстетически привлекательных городских пространств.

Однако благодаря сортовому разнообразию и декоративности посадочного материала, а также стремлению насытить объекты проектирования художественной выразительностью ландшафтные архитекторы зачастую забывают об уникальности природной среды Урала, теряя тем самым культурный код города Екатеринбурга и неповторимую красоту естественных ландшафтов. Ассортимент растений в обновленных парковых пространствах, скверах, набережных, улицах и новых объектах ландшафтного строительства города подбирают с учетом новых модных тенденций в ландшафтном дизайне, пренебрегая видами растений, произрастающими в естественных природных условиях Среднего Урала, что, по



нашему мнению, лишает городскую среду Екатеринбурга характерного природного уральского колорита. Очень мало в современном городском озеленении видов местного происхождения, их декоративных форм и гибридов и даже растений флоры Восточной Европы, которые по физиономическому облику близки русскому и уральскому паркостроению, таких как рябины и их сорта, калина, яблони и их декоративные формы, гибридные ивы селекции В. Шабурова, различные виды акклиматизированных боярышников, ольхи черная и белая, раkitник русский, лещина и ее декоративные формы, смородины альпийская и золотистая и др.

Несомненно, расширение ассортимента растений, используемых в городском озеленении, положительно влияет на биоразнообразие городской среды, дает толчок образованию новой городской экосистемы, но при этом важно четко понимать задачи современного городского озеленения и соблюсти баланс между видовым и сортовым разнообразием интродуцентов и видами деревьев, кустарников, идентифицирующих город Екатеринбург как столицу Среднего Урала.

#### *Библиографический список*

1. Сродных Т.Б., Денек В.Н. Ассортимент древесно-кустарниковых видов в озеленении г. Екатеринбурга // Леса Урала и хоз-во в них : сб. науч. тр. / Урал. гос. лесотехн. ун-т. – Екатеринбург, 2004. – Вып. 25. – С. 151–159.
2. Сродных Т.Б., Кайзер Н.В. Основные характеристики исторических бульваров и скверов г. Екатеринбурга в XIX – XXI вв. // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2016. – Вып. 2 (58). – С. 42–45.
3. Сродных Т.Б., Кайзер Н.В. К вопросу о формировании и состоянии Харитоновского парка в г. Екатеринбурге (XIX–XXI вв.) // Вестник Башкирского государственного аграрного университета. – 2016. – №4 (40). – Ч. 1. – С. 118–124.
4. Вишнякова С.В., Игнатова М.В. Современное состояние насаждений парка имени 50-летия Советской власти // Ландшафтная архитектура – традиции и перспективы: матер. I науч. конф., посвящ. 10-летию кафедры ландшафтного строительства УГЛТУ / Урал. гос. лесотехн. ун-т. – Екатеринбург: УГЛТУ, 2012. – С. 59–63.
5. Итоги реконструкции парка им. Павлика Морозова в городе Екатеринбурге / Вишнякова С.В., Луганская С.В., Мезенина О.Б., Фролова Т.И. // Природообустройство. – 2018. – № 4. – С. 121–129.

УДК 574.21

М. А. Суслина, Л. Н. Сунцова, Е. М. Иншаков  
(M. A. Suslina, L. N. Suntsova, E. M. Inshakov)  
СибГУ им. М.Ф. Решетнева, Красноярск  
(RSSU, Krasnoyarsk)

**ФЛУКТУИРУЮЩА АСИММЕТРИЯ ЛИСТЬЕВ  
ЧЕРЕМУХИ МААКА КАК ПОКАЗАТЕЛЬ  
ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ГОРОДА КРАСНОЯРСКА  
(FLUCTUATING ASYMMETRY OF LEAVES PADUS MAACKII AS  
AN INDICATOR OF ECOLOGICAL STATE OF KRASNOYARSK)**

*Проведены исследования листьев черемухи Маака по показателям флуктуирующей асимметрии в некоторых районах города Красноярска с разным уровнем антропогенного воздействия. Дана оценка качества окружающей среды, выявлены наиболее загрязненные районы города. Установлена возможность использования черемухи Маака в качестве биоиндикатора состояния окружающей среды г. Красноярска.*

*The study of the leaves of the Padus maackii according to the indicators of fluctuating asymmetry in some areas of the city of Krasnoyarsk with different levels of anthropogenic impact. An assessment of the quality of the environment is given, the most polluted areas of the city are identified. The possibility of using Padus maackii as a bioindicator of the state of the environment in Krasnoyarsk has been established.*

Оценка степени техногенного воздействия на зеленые насаждения городов считается одной из самых важных задач экологии. Растения в городских условиях испытывают влияние целого комплекса отрицательно воздействующих факторов, связанных с антропогенным загрязнением окружающей среды, и соответствующим образом реагируют на него. Поскольку все компоненты тесно и неразрывно взаимосвязаны между собой, то нарушение одного компонента вызывает изменения состояния всех остальных. Оценивая состояние одного, можно предполагать и изменения других. Наиболее резко изменения окружающей природной среды отражаются на биотических компонентах [1].

Критерием соответствия оценки окружающей среды потребностям живых организмов является их жизненное состояние, о котором можно судить по степени развития отдельных органов и структур, интенсивности протекания основных процессов жизнедеятельности. При исследовании состояния древесных растений особое внимание уделяется ассимиляционным органам.

В основном в работах многих авторов [2] флуктуирующая асимметрия листовых пластин (*Betula pendula*) послужила биоиндикатором для оценки степени загрязнения окружающей среды. Наш научный интерес вызвала черемуха Маака (*Padus maackii*), так как данная порода широко представлена в озеленении г. Красноярска.

Загрязнение окружающей среды г. Красноярска оценивалось по методике, разработанной группой ученых Калужского государственного педагогического университета им. К.Э. Циолковского. В основу методики положена теория «морфогенетического гомеостаза», разработанная российскими учеными А. В. Яблоковым, В. М. Захаровым. Главными показателями изменений гомеостаза морфогенетических процессов являются показатели флуктуирующей асимметрии ненаправленных различий между правой и левой сторонами различных морфологических структур, которые в норме обладают билатеральной симметрией [2]. Согласно методике, уровень антропогенного воздействия оценивался в баллах, где 1 балл – условная норма, а 5 баллов – критическое состояние [3].

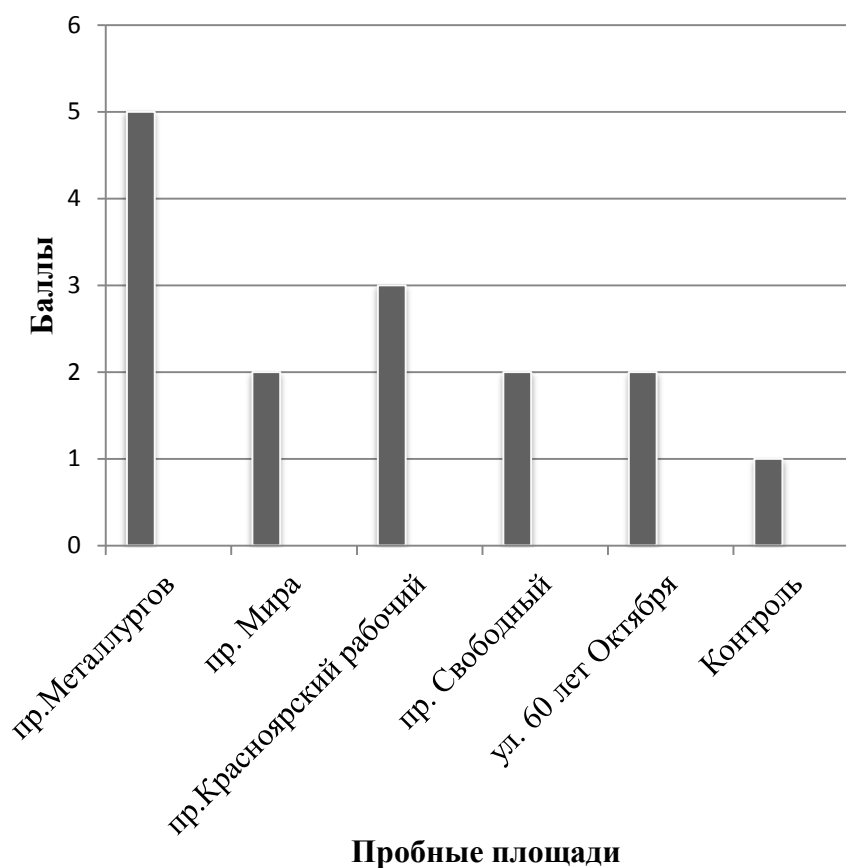
Целью данного исследования явилась оценка экологического состояния окружающей среды г. Красноярска по интегральным характеристикам асимметрии листьев черемухи Маака (*Padus maackii*).

Исследования проводились в 2020 г. по окончании вегетационного периода, в первой декаде сентября. Объект исследования – листовые пластины деревьев черемухи Маака, экземпляры которой произрастают в магистральных посадках города: на проспекте Metallургов, проспекте Мира, проспекте имени газеты Красноярский рабочий, проспекте Свободный, улице 60 лет Октября. Для контроля были использованы насаждения черемухи, произрастающей в дендрарии СибГУ им. М.Ф. Решетнева.

На основании полученных данных (рисунок) установлено, что растения *Padus maackii* в ответ на промышленное загрязнение в урбосреде проявляют реакцию, которая заключается в изменении морфологических признаков листа и возрастании интегрального показателя флуктуирующей асимметрии.

Анализируя показатели ФА (см. рисунок), обнаружили, что в зависимости от места произрастания происходит закономерное изменение морфологических признаков листьев черемухи Маака. Минимальную степень нарушения асимметричности листа выявили на контрольной пробной площади, где древесные растения не испытывают на себе антропогенное влияние, поскольку дендрарий СибГУ находится вдали от города, промышленных предприятий и автомагистралей. В этих условиях оценка по шкале отклонения от нормы составила 1 балл (условная норма). На проспекте Metallургов выявлены серьезные нарушения стабильности развития у насаждений черемухи Маака, оценка качества окружающей среды по шкале отклонения от нормы составила 5 баллов (критическое состоя-

ние). Проспект Metallургов (Советский район) испытывает весомое влияние алюминиевого завода и предприятий промзоны [5]. Исходя из полученных результатов, отмечена зависимость величины показателя ФА черемухи Маака от близости к проезжей части дороги, транспортной нагрузке, а также от содержания загрязнителей в воздухе и почве. Высокие корреляционные связи наблюдаются с повышенным содержанием пыли в воздухе. Загрязнения почвогрунтов тяжелыми металлами тоже играют существенную роль в повышении ФА [4].



Оценка качества окружающей среды г. Красноярска по интегральным характеристикам черемухи Маака

Одинаковые показатели ФА у листьев черемухи Маака – 2 балла по шкале отклонения от нормы – выявлены в условиях проспекта Мира и Свободный, а также улицы 60 лет Октября. Однако и здесь растения испытывают существенное влияние неблагоприятных факторов. Условия проспекта Мира (Центральный район) являются неблагоприятными даже несмотря на то, что на его территории отсутствуют промышленные предприятия. Свой вклад в обстановку вносит интенсивное движение автотранспорта, наличие множества котельных и домовых печей частного жилого сектора [5].

На улице 60 лет Октября (Свердловский район) также интенсивное движение автотранспорта, однако близость к территории заповедника «Столбы» снижает влияние неблагоприятных факторов. На проспекте Красноярский рабочий показатель ФА у листьев черемухи Маака составляет 3 балла – по шкале средний уровень отклонений от условной нормы, характеризующий умеренную степень техногенного загрязнения городской среды. Одним из существенных факторов загрязнения окружающей среды на данной пробной площади являются предприятия металлургии и машиностроения, а также выбросы автомобильного транспорта.

Ранее по результатам исследований некоторых авторов было выявлено, что береза повислая наиболее устойчива к влиянию антропогенных факторов, поскольку является аборигенным видом. Анализ наших данных показал, что черемуха Маака проявила себя более чувствительным биоиндикатором по сравнению с березой повислой. Хочется отметить, что черемуха Маака является интродуцентным видом, а интродуценты наиболее подвержены действию неблагоприятных факторов. Таким образом, проведенные исследования показали биоиндикационную значимость и возможность оценки качества окружающей среды г. Красноярска по показателю флуктуирующей асимметрии листьев черемухи Маака. В результате исследования выявлены наиболее загрязненные районы города, что позволит установить факторы, отрицательно влияющие на экологическую обстановку в г. Красноярске.

### *Библиографический список*

1. Гетко Н. В. Растения в техногенной среде: структура и функция ассимиляционного аппарата. – Минск: Наука и техника, 1989. – 208 с.
2. Сунцова Л.Н., Иншаков Е.М. Древесные растения в условиях техногенной среды г. Красноярска // Хвойные бореальной зоны. – 2007. – Т. XXIV. – № 1. – С. 95-99.
3. Захаров В.М., Баранов А.С., Борисов В.И. Здоровье среды: методика оценки / Центр экологической политики России. – М., 2000. – 66 с.
4. Солдатова В.Ю. Биоиндикационная оценка состояния городской среды по величине флуктуирующей асимметрии берёзы плосколистной: магистерская диссертация. – Якутск, 2008. – 135 с.
5. Экология в Красноярске: выбираем безопасный район/ Сибирский Дом. – 2016. – №6 (148). – URL: <https://www.sibdom.ru/journal/1604/> (дата обращения: 06.11.2020).

УДК 581.522

Е. А. Тишкина, А. В. Тихонов  
(E. A. Tishkina, A. V. Tikhonov)  
УГЛТУ, Ботанический сад УрО РАН, Екатеринбург  
(USFEU, RAS UB IBG, Yekaterinburg)

**ОСОБЕННОСТИ РАЗВИТИЯ  
*CHAMAECYTISUS RUTHENICUS* (FISCH. EX WOL.) KLASK.  
В ПРИРОДНЫХ И АНТРОПОГЕННЫХ ЛАНДШАФТАХ  
РЕЖЕВСКОГО РАЙОНА СВЕРДЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ  
(FEATURES OF THE DEVELOPMENT OF *CHAMAECYTISUS  
RUTHENICUS* (FISCH. EX WOL.) KLASS. IN NATURAL  
AND ANTHROPOGENIC LANDSCAPES OF THE REZHEVSKY  
DISTRICT OF THE SVERDLOVSK REGION)**

*Статья посвящена исследованию биологических особенностей ра-  
китника русского *Chamaecytisus ruthenicus*. Изучена онтогенетическая,  
демографическая структура и жизненное состояние данного вида в при-  
родных и антропогенных ландшафтах Режевского района Свердловской  
области.*

*The article is devoted to the study of biological features of *Chamaecytisus  
ruthenicus*. The ontogenetic, demographic structure and life status of this spe-  
cies in the natural and anthropogenic landscapes of the Rezhevsky district of the  
Sverdlovsk region were studied.*

В крупных промышленных регионах к актуальным проблемам отно-  
сится снижение негативного влияния техногенных ландшафтов, в том чис-  
ле промышленных отвалов, на окружающую среду. Одним из наиболее  
эффективных методов решения данной проблемы является восстановление  
растительного покрова на нарушенных территориях. Изучение адаптивно-  
го потенциала видов, способных естественным путем заселять данные  
ландшафты, представляет научную основу для разработки эффективных  
методов формирования устойчивых растительных сообществ на технозе-  
мах [1]. Объектом изучения выбран ракитник русский неслучайно. Он  
имеет обширный ареал и является пионерным растением, заселяющим все  
свободные участки, в том числе и антропогенные ландшафты [2, 3].

Целью данной работы является сравнительный анализ развития  
особей ракитника русского в природных и антропогенных ландшафтах.  
Исследования проведены на территории Режевского района Свердловской  
области. В процессе исследования изучены шесть фрагментов ценопопу-  
ляции (ФЦП) *Chamaecytisus ruthenicus* (таблица) в трех местообитаниях –  
шлаковом отвале ЗАО «ПО "Режникель"» (антропогенный ландшафт), во-  
доохранной зоне р. Реж (переходный экотоп) и водоохранной зоне  
р. Бобровки (природный ландшафт).

Характеристика фрагментов ценопопуляции *Chamaecytisus ruthenicus* в Режевском районе Свердловской области

Номер фрагмента ценопопуляции	Характеристика местообитания	Фрагменты ценопопуляции									
		Общая плотность, экз./га	Индекс ви-талитета, %	Морфометрические показатели			Онтогенетические параметры				
				Высота, м	Площадь проекции кроны, м <sup>2</sup>	Объем кроны, м <sup>3</sup>	Индексы				
							возрастности	эффективности	восстановления	замещения	старения
1	Шлаковый отвал	612	55	0,58±0,03	0,27±0,05	0,06±0,01	0,68	0,67	0	0	0,3
2	ЗАО «ПО "Режни-кель"»	580	45	0,59±0,03	0,21±0,04	0,05±0,01	0,73	0,71	0	0	0,26
3	Водоохраная зона р. Реж	688	77	0,57±0,04	0,19±0,05	0,05±0,02	0,46	0,93	0	0	0,03
4		665	78	0,54±0,03	0,15±0,03	0,03±0,01	0,50	0,88	0	0	0,03
5	Водоохраная зона р. Бобровки	837	89	0,55±0,03	0,09±0,02	0,02±0,01	0,40	0,85	0,15	0,15	0
6		821	86	0,51±0,03	0,10±0,03	0,02±0,01	0,45	0,89	0,11	0,11	0

Для характеристики фрагментов ценопопуляций применяли стандартные методики [4]. Анализировали состояния ракитника на основе онтогенетических и виталитетных спектров.

В районах исследования ракитник русский представлен невысокими (до 0,59 м), но довольно раскидистыми кустами с проекцией кроны до 0,27 м<sup>2</sup> и объемом до 0,06 м<sup>3</sup>. Корреляционный анализ показал, что при снижении численности особей увеличиваются морфометрические показатели ракитника. По высоте коэффициент корреляции составляет  $r = -0,77$ , площади  $r = -0,88$  и объема кроны  $r = -0,85$ ,  $p < 0,05$ . Чем выше значения морфометрических показателей, тем ниже их жизненное состояние. Положительная корреляция наблюдается у плотности ракитника с их виталитетностью ( $r = 0,90$ ,  $p < 0,05$ ), что говорит о возрастании данного признака как увеличении жизненности особей. Плотность фрагментов варьирует от 580 до 837 экз./га в зависимости от местообитаний. Самые низкие показатели по плотности особей (580–612 шт.) и индексу виталитета (45–55 %) установлены на шлаковом отвале ЗАО «ПО "Режникель"». По жизненному состоянию данного местообитания особи ракитника относятся к сильноповрежденным. Противоположная ситуация наблюдается в водоохраной зоне р. Бобровки, где отсутствует антропогенная нагрузка: особи ракитника с высокой численностью (821–837 шт.) по жизненному состоянию относятся преимущественно к здоровым растениям (86–89 %).

В онтогенетической структуре установлены три периода и шесть состояний (рис. 1).

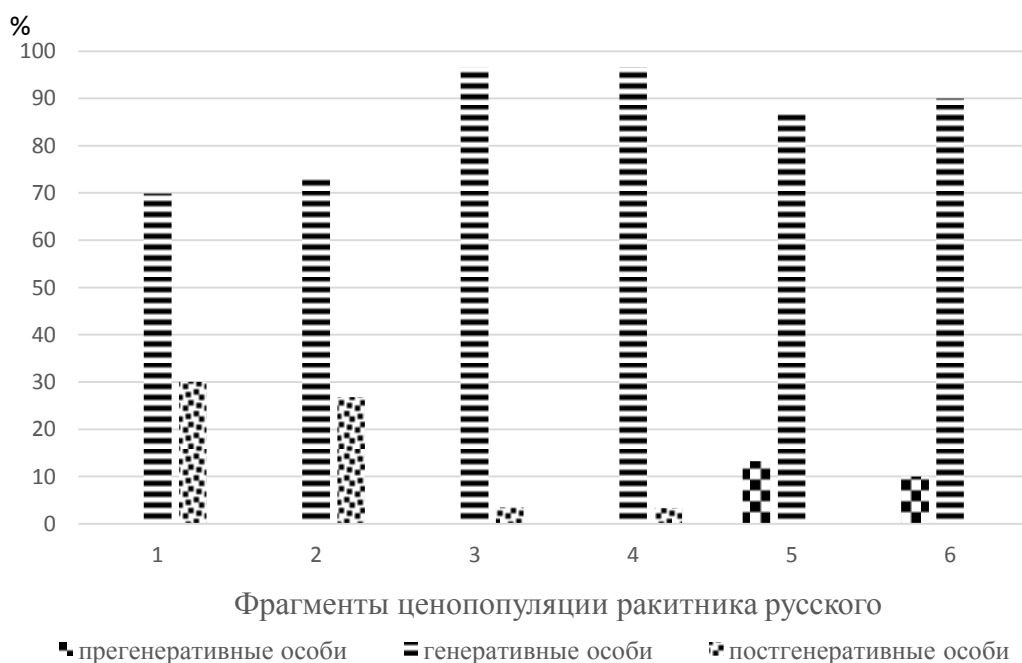


Рис. 1. Онтогенетические спектры фрагментов ценопопуляции *Chamaecytisus ruthenicus*



Все фрагменты являются неполночленными, так как отсутствуют особи различных возрастных состояний. Характерной особенностью в условиях антропогенного воздействия на шлаковом отвале и в водоохранной зоне р. Реж является отсутствие прегенеративных особей, где происходит гибель молодых. Во всех местообитаниях сформирован одновершинный центрированный спектр, в ФЦП 1, 2 максимум приходится на старовозрастные особи (53,3–56,6 %), в остальных фрагментах – на средневозрастные растения (53,3–73,3 %). Оценка по классификации «дельта-омега» Л. А. Животовского показала, что в антропогенном ландшафте фрагменты ценопопуляции относятся к стареющим, это подтверждают индексы восстановления, замещения и старения (рис. 2). Фрагменты ценопопуляции, растущие в природном ландшафте определены как зреющие с низким индексом восстановления и замещения, что говорит о слабом восстановительном процессе, несмотря на высокую плотность раkitника.

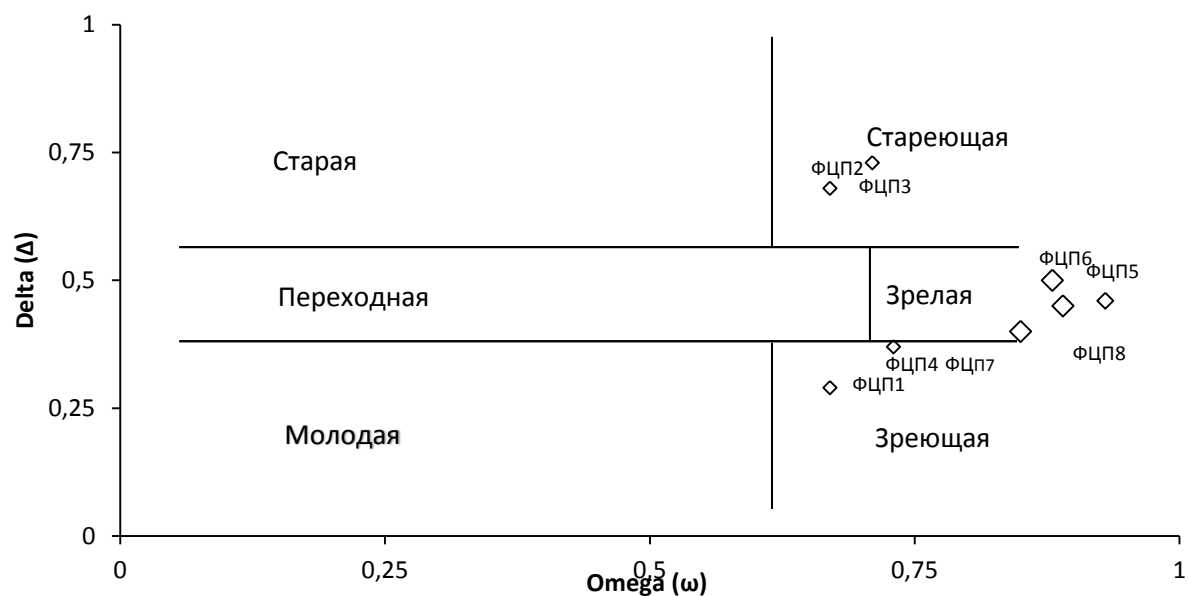


Рис.2. Распределение ценопопуляций *Chamaecytisus ruthenicus* в координатах «дельта-омега»

Преобладающая часть изученных местообитаний раkitника отличается высокой численностью и неполночленным онтогенетическим спектром, связанным с быстрым отмиранием растений после завершения генеративного периода. По нашим наблюдениям, состояние фрагментов ценопопуляции не зависит от эколого-ценотических условий в местообитаниях, а связано в первую очередь с антропогенными воздействиями.

*Библиографический список*

1. Калашникова И.В., Мигалина С.В., Евстюгин А.С. Морфология листа и продукционные параметры берез в естественных и искусственных ценозах на золоотвале ТЭС // Биологическая рекультивация нарушенных земель: матер. X Всерос. науч. конф. с междунар. участием. – Екатеринбург: УГЛТУ, 2017. – С. 132-138.
2. Тишкина Е.А. Биологические особенности ракитника русского *Chamaecytisus ruthenicus* (Fisch. ex Wol.) Klask в Керженском заповеднике // Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии им. В.Р. Филиппова. – 2020. – №2 (59). – С. 153-159.
3. Соколов П.Д. Растительные ресурсы СССР. – Л.: Наука, 1987. – 326 с.
4. Тишкина Е.А., Абрамова Л.П. Состояние ценопопуляции лекарственного вида *Chamaecytisus ruthenicus* (Fisch. ex Wol.) Klask в Уктусском лесопарке г. Екатеринбурга // Известия ОГАУ. – 2020. – № 3(83). – С. 132–137.

УДК 630\*35

А. Ф. Уразова  
(A. F. Urazova)  
УГЛТУ, Екатеринбург  
(USFEU, Yekaterinburg)

**ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА  
ЗАГОТОВКИ СОРТИМЕНТОВ ХАРВЕСТЕРОМ  
(QUALITY ASSESSMENT OF TECHNOLOGICAL PROCESS  
OF HARVESTING BY THE HARVESTER)**

*В связи с широким использованием комплекса машин харвестер – форвардер на лесозаготовках необходимо производить оценку качества заготовленных лесоматериалов. В статье представлена методика и результаты анализа качества сортиментов, полученных в результате заготовки березовых бревен для лушения системой машин харвестер – форвардер.*

*The widespread use of the complex of machines harvester–forwarder in logging requires assessing the quality of the harvested timber. The article presents the methodology and results of the analysis of the quality of assortments obtained as a result of harvesting birch logs for peeling by a system of harvester-forwarder machines.*

В связи с расширением использования сортиментной технологии, при которой раскряжевка хлыстов производится харвестером непосредственно на делянке, необходима оценка качества заготовленных деловых сортиментов по группам исходя из размерно-качественных характеристик, предъявляемых к сортиментам потребителями, с учетом природно-производственных условий.

Требования к сырью, поступающему на лесоперерабатывающие предприятия, постоянно возрастают. Прежде всего к точности соответствия требованиям по длине и диаметру. У каждого лесозаготовительного предприятия эти требования прописаны в документе «Спецификация на сортименты». Согласно этому документу в компьютер харвестера забиваются длина и диаметры выпиливаемых сортиментов. Измерение длины отпиливаемого сортимента происходит при помощи импульсного датчика, который находится в блоке с подпружиненным зубчатым колесом и расположен в нижней части корпуса харвестерной головки. Хлыст протаскивается при помощи вальцов, и в это же время по хлысту прокатывается подпружиненное зубчатое колесо системы отмера длин. Колесо движется по всему стволу с учетом его сбежистости и кривизны. Диаметр сортимента измеряется с помощью датчика, установленного в кожухе на боковой стороне тяги [1].

Сцепление ухудшается в зимних условиях с промороженными и обледеневшими деревьями, что может приводить и к проскальзыванию измерительного элемента. Некорректная работа механизма отмера длин сортиментов может наблюдаться при работе с крупномерными мутовчатыми деревьями и с крупными сучьями, требующими возвратных перемещений харвестерного агрегата.

У деревьев с мутовчатым расположением сучьев или с крупными сучьями сила тяги вальцов иногда оказывается недостаточной. В этих случаях целесообразно метровое возвратно-поступательное движение для разгона и отделения сучьев с использованием инерции. При этом харвестерный агрегат неподвижен и находится над местом пакетирования сортиментов.

При обрезке сучьев с крупномерных деревьев используют способ, при котором дерево остается неподвижным (лежащим на каких-то микро-возвышенностях рельефа или пачках сортиментов), а харвестерный агрегат манипулятором и протаскивающими вальцами перемещается вдоль ствола дерева.

Крупные деревья с густой кроной и толстыми сучьями требуют при обрезке сучьев сочетания вышеописанных способов, т. е. при неподвижно лежащем дереве требуются возвратно-поступательные движения харвестерного агрегата.

При раскряжевке ствола часто возникает необходимость откомлевки, которую можно рассматривать как составной элемент операции раскряжевки и которая должна выполняться во всех случаях после валки с подпиллом для выравнивания торца отпиливаемого сортимента. Откомлевку выполняют также для обнуления отметки на счетчике отмера длины при перезахвате хлыста.

При раскряжевке может возникать необходимость корректировки положения пилы относительно места пропила дополнительным включением протаскивающего механизма харвестерного агрегата в ту или иную сторону с целью тщательного отмера длины сортимента. При обрезке сучьев с неподвижного дерева перемещением харвестерного агрегата подачей манипулятора и протаскивающими вальцами точность отмера длин снижается и чаще требуется более продолжительная корректировка положения харвестерного агрегата [2].

Чтобы достичь высокой производительности, оператор харвестера должен быстро принимать решения по оптимальному использованию каждого раскряжеванного дерева.

В настоящее время на харвестерах применяются системы измерения и управления, которые осуществляют автоматическую оценку ствола во время того, как происходит очистка ствола от сучьев, и выбирают оптимальные места для распила, тем самым позволяя оператору сконцентрироваться на контроле за качеством древесины [3]. Из кабины харвестера оператор визуально оценивает комлевой торец, который отпиливается при наличии дефектов или гнили.

Оптимальность раскряжевки определяется объемным выходом деловой древесины и суммарной стоимостью заготовленных сортиментов.

Таким образом, выход качественной деловой древесины, которая является наиболее дорогой продукцией для лесозаготовительного производства, напрямую зависит от точности измерения длины отпиливаемых сортиментов.

**Методика исследования.** Оценка качества технологического процесса (ТП) производится в тех случаях, когда высок уровень дефектности продукции, при замене и капитальном ремонте оборудования, а также при намерении ввести статистическое регулирование ТП [4].

Целью исследования является установление фактического уровня дефектности круглых лесоматериалов на основе статистического анализа показателей качества, а также выявление факторов, ведущих к появлению брака, определение уровней и пределов изменения факторов ТП, при которых отслеживается допустимый уровень дефектности. Большая часть этих факторов является неуправляемыми. По этой причине выходной параметр — длина бревна — оказывается случайной величиной. Отклонения длин

бревен  $X_i$  от номинала  $X_{\text{ном}}$  могут превышать допустимые значения. В связи с этим возникает необходимость в решении задачи по оценке качества рассматриваемого технологического процесса.

Исследованию точности раскряжевки предшествует анализ факторов технологического процесса. Его целью является установление тех факторов, влияние которых на рассматриваемый показатель качества (ПК) – длину лесоматериалов – является доминирующим.

Для оценки качества раскряжевки хлыстов были проведены экспериментальные исследования длины сортиментов при валке и раскряжевке харвестером березового фанерного сырья, имеющего по спецификации сортиментов размер  $T_c = 3,305$  м с припуском по длине согласно спецификации  $T_n = 3,26$  м и  $T_b = 3,35$  м.

Порядок операций оценки качества технологического процесса:

1) обмер длин отобранных бревен, результаты оформляются в виде таблицы;

2) исключение грубых ошибок из результатов измерений длины;

3) определение величины размаха по формуле  $R = X_{\text{max}} - X_{\text{min}}$ , где  $X_{\text{max}}$  и  $X_{\text{min}}$  – соответственно максимальная и минимальная величины длины;

4) по формуле Стерджесса  $K = 1 + 33 \lg n$  находится число интервалов  $K$ , где  $n$  – объем выборки после исключения грубых ошибок;

5) определяют количество значений  $X$ , попавших в каждый из интервалов, т.е. эмпирическую частоту  $m$ ;

6) построение гистограммы и полигона частот выборки по признаку  $X$ : по оси абсцисс, на которой разбит размах  $R$ , откладывают значения интервалов, а по оси ординат – эмпирическую  $m$  (частот  $m:n$ );

7) проверяют гипотезу о нормальном распределении ПК  $X_i$ ;

8) рассчитывают показатели рассеивания  $K_p$  и показатели настройки  $K_n$ . По величине показателей  $K_p$  и  $K_n$  делают предварительный вывод о точности ТП;

9) рассчитывают вероятную долю дефектной продукции  $P$  и делают окончательный вывод об оценке ТП;

10) принимают технические, технологические и управленческие решения (если доля дефектной продукции превышает норму) с целью обеспечения требуемой точности ТП.

**Результаты исследования.** С целью исследования точности технологического процесса из общего количества сортиментов на делянке отобрали партию из  $n = 50$  бревен фанерного кряжа и произвели обмер длин рулеткой ценой деления 0,1 см согласно ГОСТ 2292-88, результат измерений, м, приведен далее.

3,29	3,30	3,30	3,29	3,33	3,34	3,33	3,29	3,27	3,30
3,31	3,33	3,35	3,35	3,34	3,33	3,28	3,32	3,28	3,34
3,33	3,30	3,31	3,28	3,34	3,30	3,35	3,36	3,35	3,29
3,30	3,30	3,35	3,30	3,34	3,33	3,35	3,34	3,32	3,31
3,31	3,34	3,35	3,33	3,34	3,30	3,31	3,30	3,33	3,35

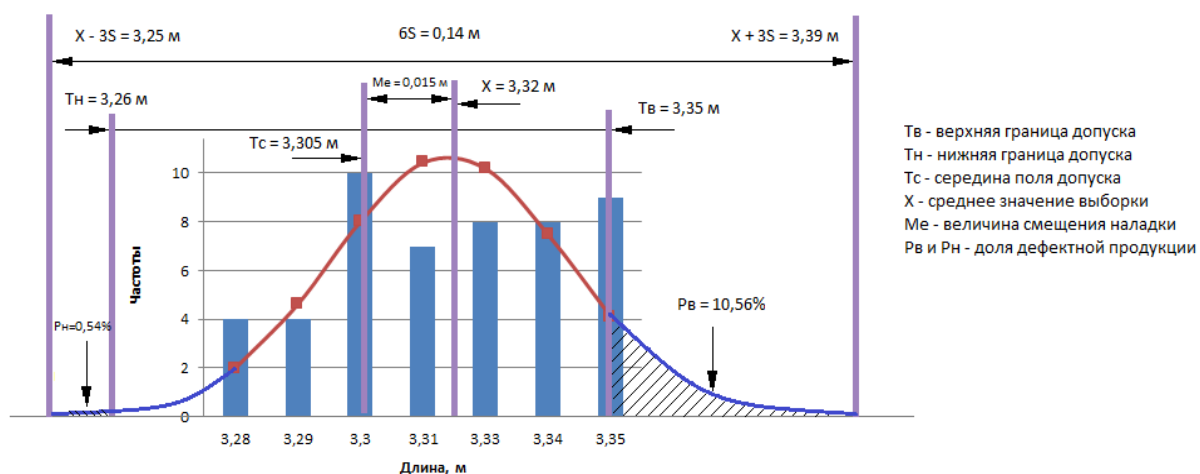
Статистическая оценка качества КЛМ показала, что при раскряжке выявляются систематические ошибки (смещение наладки оборудования) и случайные (рассеивание значений длины фанерного кряжа относительно среднего арифметического).

По результатам была построена гистограмма (рисунок), на которой отображены статистические характеристики показателей качества КЛМ. На гистограмме видно, что 10,56 % бревен фанерного кряжа не соответствуют размерам по длине в большую сторону. Из этого следует, что происходит перерасход сырья по объему. Снижение доли дефектной продукции  $P$  за счет ликвидации смещения наладки – первое, что необходимо сделать после обнаружения брака. После того как наладили оборудование, доля дефектной продукции снизилась до 5,8 %.

Также в ходе замеров производился визуальный осмотр выпиленных сортиментов. После раскряжки наблюдались механические повреждения: вырывы и задиры, обдир коры; дефекты обработки (не полностью срезанные сучья, сколы, отщепы и трещины) и загрязнение почвой.

**Выводы.** Анализ полученных результатов показывает, что сортиментный метод может обеспечить высокое качество заготавливаемой древесины (доля брака меньше 6 % от исследованных сортиментов).

Очевидно, для снижения потерь деловой древесины необходимо, чтобы установленная харвестерная головка соответствовала как базовой машине, так и условиям лесосеки (породный состав, размер деревьев).



Гистограмма результатов исследования длины фанерного кряжа

Для обеспечения выпуска качественной продукции должна функционировать система технического контроля, включающая:

- калибровку систем измерения: при переезде на другую лесосеку, при вводе машины в эксплуатацию и после ремонта;
- стимулирование заготовки целевых сортиментов без повреждений;
- регулярное техническое обслуживание оборудования (настройка сучкорезных и протягивающих механизмов харвестерных головок, заточка сучкорезных ножей, очистка вальцов от коры и древесины и т.д.);
- проведение практических занятий с операторами (ознакомление с сортиментным планом при разработке лесосеки и требованиям к показателям их качества).

Статья написана в соответствии с проектом тематики научных исследований, включаемых в планы научных работ научных организаций и образовательных организаций высшего образования, РАН. Тема: «Экологические аспекты рационального природопользования». Код научной темы FEUG-2020-0013.

#### *Библиографический список*

1. Козлов К.В. Оценка выхода деловой древесины при харвестерной заготовке// Актуальные вопросы управления, экономики и права. Наука на современном этапе: вопросы, достижения, инновации: матер. V Междунар. науч.-практ. конф. – 2019. – С. 15–21.
2. Сортиментная заготовка древесины: учебное пособие / В.А. Азаренок, Э.Ф. Герц, С.В. Залесов, А.В. Мехренцев. – Екатеринбург: УГЛТУ, 2015. – 140 с.
3. Газеева Е.А., Уразова А.Ф. Классификация харвестеров и форвардеров// Деревообработка: технологии, оборудование, менеджмент XXI века: тр. IX Междунар. евразийского симпозиума / под науч. ред. В.Г. Новоселова. – Екатеринбург. – 2014. – С. 60–65.
4. Уразова А.Ф., Васильев Н.Л. Управление качеством продукции в лесном комплексе: учеб. пособие. – Екатеринбург: УГЛТУ, 2020. – 110 с.

УДК 630\*52

В. А. Усольцев, И. С. Цепордей

(V. A. Usoltsev, I. S. Tsepordey)

УГЛТУ, Ботанический сад УрО РАН, Екатеринбург

(USFEU, RAS UB IBG, Yekaterinburg)

**ФОРМИРОВАНИЕ БАЗЫ ДАННЫХ  
О КВАЛИМЕТРИИ ДРЕВЕСИНЫ ЛЕСОВ ЕВРАЗИИ:  
АКТУАЛЬНОСТЬ И ПЕРСПЕКТИВЫ  
(COMPILING WOOD QUALIMETRY DATABASE FOR  
EURASIAN FORESTS: RELEVANCE AND PROSPECTS)**

*Впервые составлена база данных о квалитметрии древесины лесообразующих пород Евразии и показаны перспективы ее использования. Дан анализ состояния проблемы квалитметрической оценки фитомассы деревьев как сырья в промышленном производстве, так и в селекционных программах. Показаны возможности квалитметрической оценки древесины путем лазерного зондирования.*

*Wood qualimetry database for Eurasian forests is compiled for the first time, and the prospects its use are shown. The analysis of the problem of qualimetric estimation of tree phytomass as raw materials in industrial production and in breeding programs is given. The possibilities of qualimetric assessment of wood by laser sensing are shown.*

В исследованиях биологической продуктивности лесов и их реакции на изменение климата необходимо знание закономерностей динамики не только количественных, но и качественных характеристик, варьирующих с возрастом, экологическими и другими факторами. Количество публикаций по квалитметрии фитомассы лесов в последние годы неуклонно нарастает, совершенствуются методы и алгоритмы ее оценки, анализа и моделирования в географических градиентах. В условиях экспоненциально нарастающего объема информации необходимо вычленять и обосновывать перспективные направления, научные ориентиры-маяки, ускоряющие прогресс в той или иной области знаний при минимизации потерь от дублирования и следования тривиальной методологии проб и ошибок.

В основу лесной таксации как науки первоначально была заложена стереометрическая парадигма оценки объема ствола как тела вращения линии сбегав вокруг его оси. С переходом к весовой оценке биологической продуктивности и углероддепонирующей способности лесов содержание квалитметрических характеристик изменилось: наряду с оценкой сучковатости, наличия гнили, кривизны и свилеватости стволов актуальной стала оценка плотности и других квалитметрических данных в компонентах биомассы.



Наиболее важными квалитетическими свойствами древесины при использовании в цельном виде и в целлюлозно-бумажном производстве являются плотность, угол микроволокон, доля ранней древесины, размер трахеид, содержание целлюлозы и модуль упругости. Из них наиболее важным показателем является базисная (условная) плотность древесины, в той или иной степени коррелирующая с остальными квалитетическими показателями [1].

Базисная плотность признается наиболее значимым квалитетическим свойством древесины и является функцией трахеидной структуры. У хвойных видов размер и расположение трахеид определяют свойства древесины и качество целлюлозы. Морфология трахеид определяет физические свойства древесины и влияет на ее гибкость, пластичность и устойчивость. Базисная плотность признана одной из важнейших составляющих механической устойчивости к деформации под действием приложенной нагрузки, которая определяется размером клетки и толщиной ее стенки. Она играет важную роль в управлении лесами, в экологии сообществ и оценке региональных углеродных циклов. Согласно Г. Эллиоту [2], плотность древесины отражает комплексный эффект нескольких ростовых и физиологических переменных, объединенных этой относительно легко измеряемой характеристикой древесины.

Очевидно, что качество и количество древесины не могут рассматриваться как независимые факторы. Улучшение качества древесины стало неотъемлемой частью большинства селекционных программ, и плотность древесины является идеальным объектом для генетических экспериментов. Среди всех проанализированных компонентов ранневесенние кольца выявили самый высокий и стабильный генетический контроль, не показав неблагоприятной генетической корреляции по отношению к другим компонентам. Поэтому плотность ранневесенних колец рекомендована как наиболее подходящий признак для включения в будущие селекционные программы [3].

Географически и филогенетически обусловленное варьирование плотности древесины было рассмотрено в рамках ее эволюционной экологии с использованием базы данных как для голосеменных, так и для покрытосеменных растений. Построено филогенетическое «супердерево», позволившее провести анализ различий в филогенезе семенных растений. В умеренных широтах и высокогорных сообществах, где преобладали голосеменные, по сравнению с тропическими низинными сообществами, где преобладали покрытосеменные, географические и популяционные различия в плотности древесины оказались значительно ниже, что предполагает усиление признаков с широтой и высотой местности. Тем самым подтверждена идея о том, что как биотические, так и абиотические факторы играют важную роль в эволюции плотности древесины, а также в контроле наблюдаемого среднего значения признака и его дисперсии по географическим градиентам [4].

Бортовое и наземное лазерное сканирование обеспечивает широкий спектр характеристик древостоев для целей моделирования. Это было продемонстрировано с предсказанием свойств древесных волокон на уровне пробных площадей с использованием данных как бортового, так и наземного лазерного зондирования. В последнем случае были выявлены значительные корреляции плотности с изменчивостью вертикального профиля полога. Вклад данных наземного лазерного зондирования в оценку плотности древесины у ели черной составил 47 % ее общей дисперсии. Наземное лазерное сканирование дает с высокой точностью характеристики структуры дерева и древостоя, которые связаны с плотностью древесины. Установление статистических связей между структурными характеристиками, полученными путем наземного лазерного сканирования и наземного определения плотности древесины, явилось важным шагом в определении структурных показателей, которые могут быть использованы для картографии плотности древесины на крупных ландшафтах путем бортового лазерного зондирования. Разработка картографических продуктов по географическим градиентам в сочетании с возможностями дистанционного зондирования локальных структурных показателей древостоев обеспечивает поддержку мелкомасштабного картографирования плотности древесины [5].

Степень достигнутого прогресса в изучении биологической продуктивности лесов, в том числе ее квалитетической составляющей, определяется фактологическим состоянием вопроса, т.е. обеспеченностью фактическими данными о квалитетических характеристиках фитомассы по полным видовому и экологическому спектрам. Для валидации взаимосвязей квалитетических показателей древесины с данными дистанционного зондирования лесов на больших площадях необходимы базы исходных фактических данных о квалитетии деревьев, полученных путем традиционной наземной таксации. Такая база данных сформирована нами для лесобразующих древесных видов Центральной Евразии. Она состоит из двух разделов. В первом разделе представлены эмпирические данные о сбегах стволов в коре и без коры, связанные как с таксационными показателями деревьев и древостоев, так и с локальными квалитетическими показателями, измеренными на разных относительных высотах стволов. Во втором разделе содержатся средние квалитетические показатели деревьев в сочетании с теми же сопутствующими данными, что и в первом разделе. В обоих разделах приводятся данные о содержании сухого вещества в листве (хвое) и ветвях деревьев.

Мы вступаем в новую эру, характеризующуюся глобальным стремлением к достижению экономической, социальной и экологической устойчивости, в которой роль древесины становится все более заметной, особенно в контексте формирующейся биоэкономики. В связи с проблемой изменения климата количественные и квалитетические показатели лесной биомассы стали необходимы для корректной оценки углеродного цикла

в земной биосфере. Сформированная база данных предоставляет возможность картирования и выявления закономерностей изменения квалитетических показателей в климатических градиентах Евразии и может быть востребована в будущем лесоустройстве, оценке углеродного пула лесов и перспективных селекционных программах России.

### *Библиографический список*

1. Полубояринов О.И. Плотность древесины. – М.: Лесн. пром-сть, 1976. – 160 с.
2. Elliott G.K. Wood density in conifers // Technical Communication. – № 8. Commonwealth Forestry Bureau. – Oxford, England, 1970. – 44 p.
3. Louzada J.L.P.C. Genetic correlations between wood density components in *Pinus pinaster* Ait. // Annals of Forest Science. – 2003. – Vol. 60. – P. 285–294.
4. Swenson N.G., Enquist B.J. Ecological and evolutionary determinants of a key plant functional trait: wood density and its community – wide variation across latitude and elevation // American Journal of Botany. – 2007. – Vol. 94. – № 3. – P. 451–459.
5. Modeling black spruce wood fiber attributes with terrestrial laser scanning / Giroud G., Schneider R., Fournier R.A., Luther J.E., Martin-Ducup O. // Canadian Journal of Forest Research. – 2019. – Vol. 49. – № 6. – P. 661–669.

УДК 551.583.4

В. В. Фомин, М. Г. Ундерских  
(V. V. Fomin, M. G. Underskikh)

НОЦ Дендрэкологии и садоводства УГЛТУ, Екатеринбург  
(SEC of Dendroecology and Horticulture, Yekaterinburg)

### **ПРИМЕНЕНИЕ РЕАНАЛИЗОВ В ОЦЕНКЕ ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННОЙ ДИНАМИКИ ТЕМПЕРАТУРЫ ВОЗДУХА НА УРАЛЕ И ЗАПАДНОЙ СИБИРИ В СЕРЕДИНЕ XX – НАЧАЛЕ XXI ВЕКОВ (APPLICATION OF REANALYSIS IN THE ASSESSMENT OF SPATIO- TEMPORAL DYNAMICS OF AIR TEMPERATURE IN THE URALS AND WESTERN SIBERIA IN THE MIDDLE XX – EARLY XXI CENTURIES)**

*Проведен сравнительный анализ приземной среднегодовой температуры воздуха на территории Урала и Западной Сибири на основе данных 92 метеостанций и данных реанализов ERA-20C и CERA-20C за период с 1961 по 2010 гг. Установлено, что значения коэффициентов корреляции*

данных реанализа CERA-20C с данными метеостанций выше, чем у реанализа ERA-20C (0,86–0,98 и 0,81–0,97 соответственно).

*The article describes the comparative analysis of surface mean annual air temperature in the Urals and Western Siberia based on data from 92 weather stations and data from ERA-20C and CERA-20C reanalysis for the period from 1961 to 2010. It is revealed that the values of the correlation coefficients of the CERA-20C reanalysis data with the weather station data are higher than those of the ERA-20C reanalysis (0,86–0,98 and 0,81–0,97 respectively).*

## **Введение**

Установлено, что современные изменения в климатической системе Земли характеризуются положительным трендом изменения температуры воздуха и океана, повышением экстремальности климата, сокращением площади ледяного покрова, деградацией вечной мерзлоты и увеличением речного стока. При исследовании климатогенной динамики древесной растительности необходимо учитывать региональные особенности изменения климата [1].

Не всегда возможно достаточно точно охарактеризовать климатические условия и их изменения для конкретной территории из-за того, что вблизи нее нет метеостанции [2], а в случае, если метеостанция существует, то метеорологические данные, полученные на ней, могут являться недоступными для исследователей или неполными. Одним из вариантов решения проблемы получения данных по отдельным климатическим параметрам является использование данных атмосферных реанализов. Реанализ – это динамически разглаженные и согласованные данные метеонаблюдений, для получения которых используется гидродинамическая модель [3]. При создании реанализов используются данные регулярных станционных, аэрологических и спутниковых наблюдений. Созданы и доступны разные варианты реанализов, позволяющие анализировать изменения значений метеорологических характеристик для больших территорий за весь период XX в. [3, 4].

Цель работы – провести сравнительный анализ данных реанализов, полученных Европейским центром среднесрочных прогнозов погоды, и данных инструментальных наблюдений на метеостанциях, находящихся на территории Урала и Западной Сибири.

## **Объекты и методика исследования**

Район исследований – территория Урала и Западной Сибири. В работе были использованы среднемесячные значения приземной температуры воздуха на 92 метеорологических станциях, расположенных в районе исследований, полученные из архивов ФГБУ «ВНИИГМИ-МЦД» [5]. На основе этих данных были рассчитаны среднегодовые температуры воздуха для каждой метеостанции в период с 1961 по 2010 гг., а также средней

температуры воздуха за десятилетние периоды (1961–1970, 1971–1980, 1981–1990, 1991–2000, 2001–2010).

Реанализы ERA-20C и CERA-20C, разработанные Европейским центром среднесрочных прогнозов погоды (ECMWF), используются для оценки температуры воздуха Северного полушария [4]. ERA-20C – это реанализ, разработанный ECMWF в 2014 г. для временного интервала с 1900 по 2010 гг. Реанализ CERA-20C был создан на основе реанализов ERA-20C и ORA-20C в 2016 г. CERA-20C имеет более реалистичное представление тепловых потоков между океаном и атмосферой по сравнению с другими реанализами для XX в. [4]. Данные CERA-20C доступны для периода с 1901 по 2010 гг. Данные реанализов находятся в свободном доступе и предоставляются в растровом формате.

Для оценки изменений температуры воздуха по десятилетним временным интервалам за период с 1961 по 2010 гг. по данным реанализов также проведены расчеты средней температуры за десятилетние периоды (1961–1970, 1971–1980, 1981–1990, 1991–2000, 2001–2010), а затем были рассчитаны растры, характеризующие изменение температуры между соседними десятилетиями. Оценка изменения температуры воздуха между соседними десятилетиями производилась путем вычитания значения температуры предыдущего десятилетия из значения текущего десятилетия. Если в каком-либо из десятилетий в наборе данных инструментальных наблюдений отсутствовали показатели хотя бы за один месяц, то расчеты для конкретной станции за этот временной интервал не проводили.

Для создания картосхем использовали векторные слои OSM (openstreetmap.org). Полученные по данным инструментальных наблюдений значения разности температуры между соседними десятилетиями были нанесены на картосхему района исследований условными знаками в виде круговых маркеров разного размера и интенсивности цвета в серой шкале для каждой метеостанции, находящейся в районе исследований (рис. 1 и 2).

Значения коэффициентов корреляции среднегодовой температуры за период с 1961 по 2010 гг., рассчитанных по данным метеонаблюдений на метеостанциях и данных реанализов ERA-20C и CERA-20C в местах, где расположены метеостанции, были нанесены на картосхемы в виде круговых маркеров с разной интенсивностью в серой цветовой шкале (см. рис. 2).

### **Результаты и их обсуждение**

В географической информационной системе QGIS были созданы картосхемы, характеризующие изменения температуры воздуха на территории Урала и Западной Сибири по данным метеонаблюдений и реанализов. На рис. 1 и 2 приведены картосхемы, характеризующие изменение температуры воздуха в районе исследований по десятилетиям с 1961 по 2010 гг.

Сравнительный анализ картосхем, свидетельствует о том, что данные реанализа CERA-20C лучше согласуются с данными метеонаблюдений на метеорологических станциях.

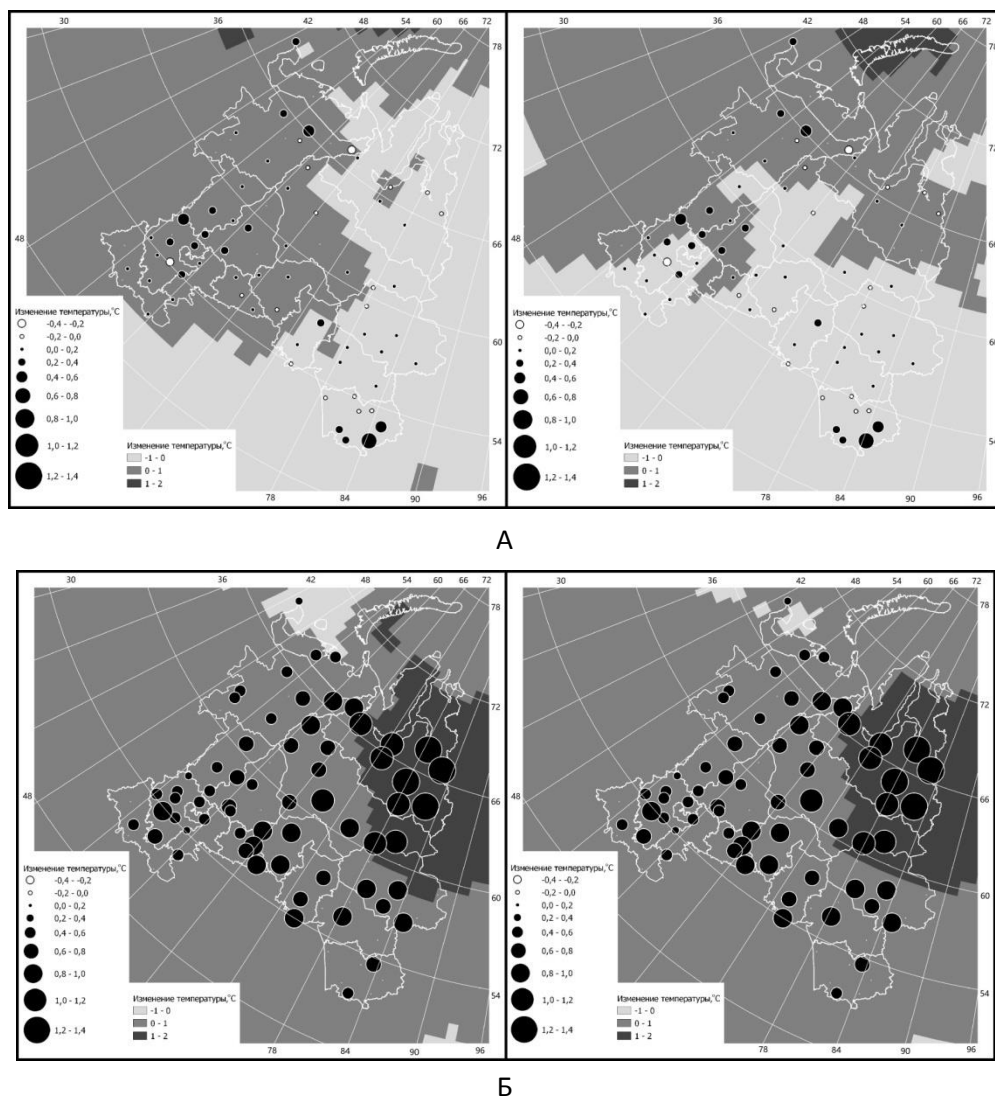


Рис. 1. Картосхемы, характеризующие изменение температуры воздуха как разность между двумя соседними десятилетиями, по данным метеостанций (круговые маркеры) и реанализов (фон): А –  $T_{1971-1980} - T_{1961-1970}$ , Б –  $T_{1981-1990} - T_{1971-1980}$ .  
В левой части приведены картосхемы ERA-20C, в правой – CERA-20C

Значения коэффициента корреляции между данными метеонаблюдений на станциях и реанализа ERA-20C находятся в диапазоне 0,81–0,97, а для реанализа CERA-20C – 0,86–0,98. За исключением некоторых южных регионов Урала и Западной Сибири, данные реанализа CERA-20C лучше согласуются с данными метеонаблюдений на метеостанциях (рис. 3).

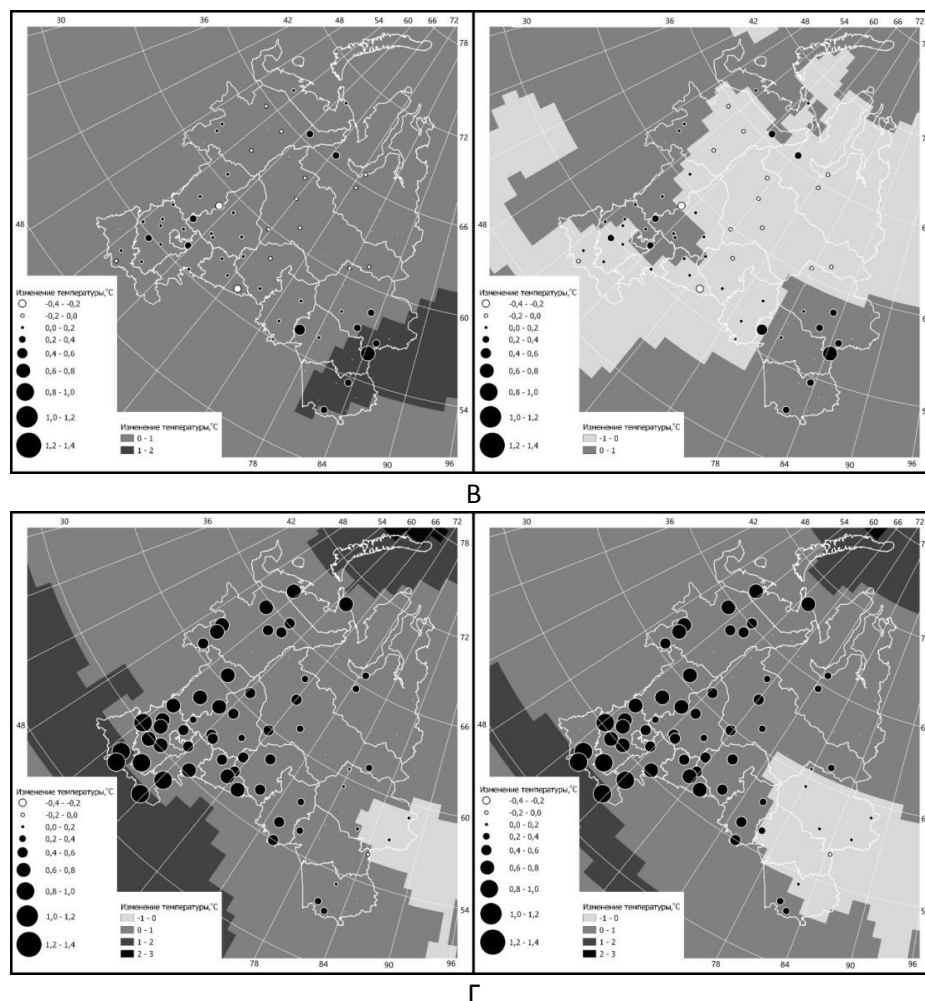


Рис. 2. Картошемы, характеризующие изменение температуры воздуха как разность между двумя соседними десятилетиями, по данным метеостанций (круговые маркеры) и реанализов (фон): В –  $T_{1991-2000} - T_{1981-1990}$ , Г –  $T_{2001-2010} - T_{1991-2000}$ . В левой части приведены картошемы ERA-20C, в правой – CERA-20C

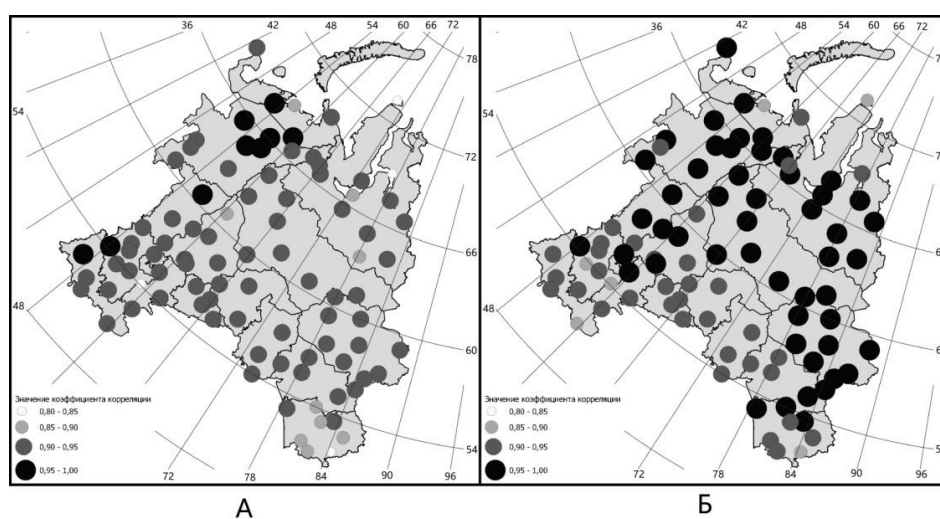


Рис. 3. Картошемы, характеризующие уровни корреляции значений среднегодовой температуры воздуха по данным метеостанций и реанализов ERA-20C (А) и CERA-20C (Б) в районе исследований

**Выводы**

Результаты сравнительного анализа данных инструментальных наблюдений на метеостанциях и реанализов ERA-20C и CERA-20C свидетельствуют о достаточно высоком уровне корреляции значений средней температуры за период с 1961 по 2010 гг. (выше 0,81). При этом данные реанализа CERA-20C лучше согласуются с данными метеонаблюдений по сравнению с реанализом ERA-20C.

Работа выполнена в рамках государственного задания Минобрнауки РФ (грант FEUG-2020-0013) и при финансовой поддержке РФФИ (грант 19-05-0059 «Древесно-кольцевые хронологии как архив погодно-климатических условий на юге Урала и Западной Сибири»).

*Библиографический список*

1. Шалаумова Ю. В., Фомин В. В., Капралов Д. С. Пространственно-временная динамика климата на Урале во второй половине XX века // Метеорология и гидрология. – 2010. – №2. – С. 44-54.
2. Кондратюк В. И. Модернизация метеорологической сети РосГидроМета // Труды главной геофизической обсерватории им. А. И. Воейкова. – СПб. – 2011. – №564. – С. 19-39.
3. Гавриков А. Атмосферные реанализы. – URL: [https://ocean.ru/phocadownload/pl\\_univer/pl\\_univer\\_2019\\_01.pdf](https://ocean.ru/phocadownload/pl_univer/pl_univer_2019_01.pdf) (дата обращения: 18.10.2020).
4. Бокучава Д. Д., Семенов В. А. Анализ аномалий приземной температуры воздуха в Северном полушарии в течение XX века по данным наблюдений и реанализов // Фундаментальная и прикладная климатология. – 2018. – № 1. – С. 28–51.
5. Специализированные массивы. – URL: <http://meteo.ru/data> (дата обращения: 01.05.2020).

УДК 581.1:712.41

В. А. Фролова, О. В. Чернышенко  
(V. A. Frolova, O. V. Chernyshenko)  
МФ МГТУ им. Н. Э. Баумана, Мытищи  
(MB of Bauman VMSTU, Mytishchi )

**ГОРОДСКИЕ ЗЕЛЕННЫЕ НАСАЖДЕНИЯ  
КАК ПОСТАВЩИКИ ЧИСТОГО ВОЗДУХА  
(URBAN GREEN SPACES AS CLEAN AIR PROVIDERS)**

*Описан подход к оценке способности древесных растений улучшать атмосферный воздух в городе. Исследование проводилось на 60 видах*



древесных растений, широко используемых в озеленении Москвы, в период вегетации 2019–2020 гг. Нами было отобрано более 30 экспериментальных площадок в различных зонах антропогенной нагрузки и с учетом различных видов озеленения. Эти показатели необходимы для совершенствования практики управления деревьями.

*This article describes an approach to assessing the ability of woody plants to improve the atmospheric air in the city. The research was conducted on 60 species of woody plants that are widely used in landscaping in Moscow during the 2019-2020 growing season. We selected more than 30 experimental sites in different zones of anthropogenic load and taking into account different types of landscaping. These indicators are necessary for improving tree management practices.*

Зеленые насаждения, как основные поставщики экосистемных услуг в городах, представлены деревьями на улицах и в садах, парках, городских лесах и др. Зеленая инфраструктура смягчает последствия изменения климата, сокращая загрязнения воздуха, часто с синергическими эффектами и высокой экономической эффективностью. Актуальным для города является разработка алгоритмов и моделей, связывающих функциональные свойства типов озеленения, групп видов или отдельных видов деревьев с их влиянием на конкретные экосистемные услуги. Такие исследования необходимы для оптимизации предоставления экосистемных услуг городскими зелеными насаждениями. Видовое разнообразие растений велико, а городские виды характеризуются различным спектром экофизиологических характеристик, влияющих на качество воздуха [1]. При этом реакции растений на экстремальные условия произрастания являются весьма видоспецифичными и могут в значительной степени отличаться даже у филогенетически близкородственных видов. Экофизиологические особенности растений важно учитывать для выбора наилучших древесных растений для крупномасштабных городских программ посадки деревьев.

Деревья в зеленых насаждениях города не конкурируют так же непосредственно с другими деревьями, как это происходит в лесу. Для городских деревьев характерно хорошее ветвление, раскидистые кроны, поддерживающие обильную листву. Городские деревья с их хорошо развитой плотной или ажурной кроной, стволом и ветвями создают грубую аэродинамическую поверхность. Такая поверхность очень эффективна для прямого удаления загрязняющих веществ из воздуха в процессе сухого осаждения, а морфологические особенности листьев позволяют поглощать и накапливать атмосферные загрязнители.

Периодический полив и уход улучшают рост деревьев на открытых местах, что приводит к повышенным уровням поглощения углекислого газа и азота. Исследователи отмечают [2], что городские деревья растут

быстрее, чем лесные деревья, и поглощают больше  $\text{CO}_2$  во время фотосинтеза. Однако очень часто городские деревья произрастают в условиях постоянного стресса, например ограниченное пространство, бедные почвы, засоление, вредители, антропогенная нагрузка, которые могут ограничить их рост. К тому же в городах присутствует большое количество декоративных древесных видов [3]. Обычно в городских популяциях насчитывается более 100 видов деревьев, в том числе интродуцентов. Использование усредненных данных по их фитомассе для расчета поглотительной и пылефильтрующей способностей дерева приводит к ошибке в уравнениях и расчетах. Структура зеленых насаждений, например количество деревьев, их видовой состав и возраст, таксационные показатели, физиологическое состояние деревьев и др., влияет на предоставляемые экосистемные услуги. Для расчета предоставляемых услуг важна количественная оценка очистки атмосферного воздуха, но более важным является то воздействие, которое она оказывает на здоровье человека или окружающую среду, представляя ценность для общества.

Существуют заметные видовые различия в способности деревьев улавливать частицы загрязняющих веществ. Твердые частицы лучше осаждают хвойные деревья и поэтому могут быть лучшим выбором для борьбы с загрязнением окружающей среды. Среди изученных широколиственных деревьев наиболее эффективны для улавливания частиц те виды, которые имеют шероховатую поверхность листьев. Основными загрязнителями воздуха в городских районах являются окись углерода ( $\text{CO}$ ), оксиды азота ( $\text{NO}_x$ ), озон ( $\text{O}_3$ ), образующийся в результате химических реакций с участием основных предшественников  $\text{NO}_x$  и летучих органических соединений; диоксид серы ( $\text{SO}_2$ ) и углекислый газ ( $\text{CO}_2$ ). Осадки могут вымывать до 80 % поглощенного атмосферного загрязнителя из листьев древесных растений. В условиях постоянного загрязнения воздуха в городе динамика поглощения загрязнителей, транслокация их по органам, удаление в воздух и почву будут достаточно сложными, а остаточное содержание ингредиента в листьях не может точно характеризовать максимальную поглотительную способность растений [4].

Цель нашего исследования состоит в том, чтобы рассчитать экосистемные услуги городских зеленых насаждений по улучшению чистоты атмосферного воздуха для оценки преимуществ деревьев в различных городских условиях. В задачи исследования входило получение экспериментальных данных способности различных видов древесных растений задерживать твердые частицы в кроне дерева, накапливать газообразные атмосферные загрязнители в тканях дерева (углекислый газ, окислы азота и серы) в зависимости от типа озеленения и величины влияния антропогенной нагрузки.

Исследования поглотительной и пылефильтрующей способности 60 древесных видов, широко используемых в озеленении г. Москвы, проводились в течение вегетации 2019–2020 гг. Для этого было выбрано более 30 экспериментальных площадок в разных зонах антропогенной нагрузки с учетом различных типов озеленения. Для оценки функций деревьев и для расчета экосистемных услуг использовались данные Единого городского фонда данных экологического мониторинга (АИС ЕГФДЭМ) и анализ фактических данных, полученных на экспериментальных площадках. Результаты исследования показывают, что зеленые насаждения в городе обладают потенциалом для сокращения выбросов загрязняющих веществ в атмосферу. Полученные показатели поглотительной и пылефильтрующей способности по видам древесных растений могут еще больше быть усилены принятием рекомендаций по тщательному отбору видов и улучшению практики управления деревьями.

#### *Библиографический список*

1. Фролова В. А. О мониторинге за состоянием зеленых насаждений на бульварах в жилой застройке // Лесной вестник (1997–2002). – 1999. – № 1. – С. 56–60.
2. Фролов А. К. Окружающая среда крупного города и жизнь растений в нем. – СПб: Наука, 1998. – 328 с.
3. Оплетаев А. С., Залесов С. В., Кожевников А. П. Новая декоративная форма ели сибирской (*Picea Obovata Ledeb*) // Аграрный вестник Урала. – 2016. – № 6 (148). – С. 40–44.
4. Чернышенко О. В. Использование данных о поглотительной способности урбоэкосистемы в прикладных аспектах // Лесной вестник (1997–2002). – 2000. – № 6. – С. 33–37.

УДК 630.118

Т. И. Фролова, А. П. Бажуткин  
 (Т. I. Frolova, A. P. Bazhutkin)  
 УГЛТУ, Екатеринбург  
 (USFEU, Yekaterinburg)  
 Е. А. Ромашкина  
 (Е. А. Romashkina )  
 Бузулукский лесхоз-техникум  
 (Buzuluksky leskhoz-tekhnikum)

**АНАЛИЗ СИСТЕМЫ ОЗЕЛЕНЕНИЯ ГОРОДА БУЗУЛУКА  
 ОРЕНБУРГСКОЙ ОБЛАСТИ**  
 (ANALYSIS OF THE LANDSCAPING SYSTEM OF THE BUZULUK,  
 ORENBURG REGION)

*Рассмотрена система озеленения города Бузулука. Она напрямую связана с историческими и планировочными решениями города. В настоящее время соответствует общероссийским особенностям, в том числе и проблемам по содержанию и уходу. Отличительным является своеобразие видового состава системы озеленения. Она нехарактерна для степной части Заволжья.*

*The article deals with the landscaping system of town Buzuluk. This system is directly related to the historical and planning concept of this town. Currently, this system corresponds to all-Russian features, including problems of maintenance and care. Distinctive feature is the originality of the species composition of landscaping system. It's not typical for the steppes of the Zavolzhye (territory in the Russia).*

Бузулу́к – один из крупных городов Оренбургской области с численностью населения 86 316 человек, административный центр Бузулукского района. В настоящее время общая площадь города составляет 54,4 км<sup>2</sup>. Образует городской округ город Бузулук. До 1934 г. город входил в состав Самарской губернии и Средневолжской области [1].

Система озеленения любого города напрямую связана с историческим развитием, планировочными и природно-климатическими особенностями. Анализируя их, необходимо отметить, что город Бузулук был основан в свое время как крепость в степной части Российской империи в 1736 г. На рис. 1 представлена панорама, где видна традиционная схема планировки населённого пункта на начальном этапе.

В 1781 году Указом императрицы Екатерины II Бузулукской крепости был присвоен статус города в составе Оренбургской губернии Уфимского наместничества. С 1851 г. Бузулук административно вошел в состав обра-

зованной в Поволжье Самарской губернии, а в 1930 – в Средне-Волжский край.

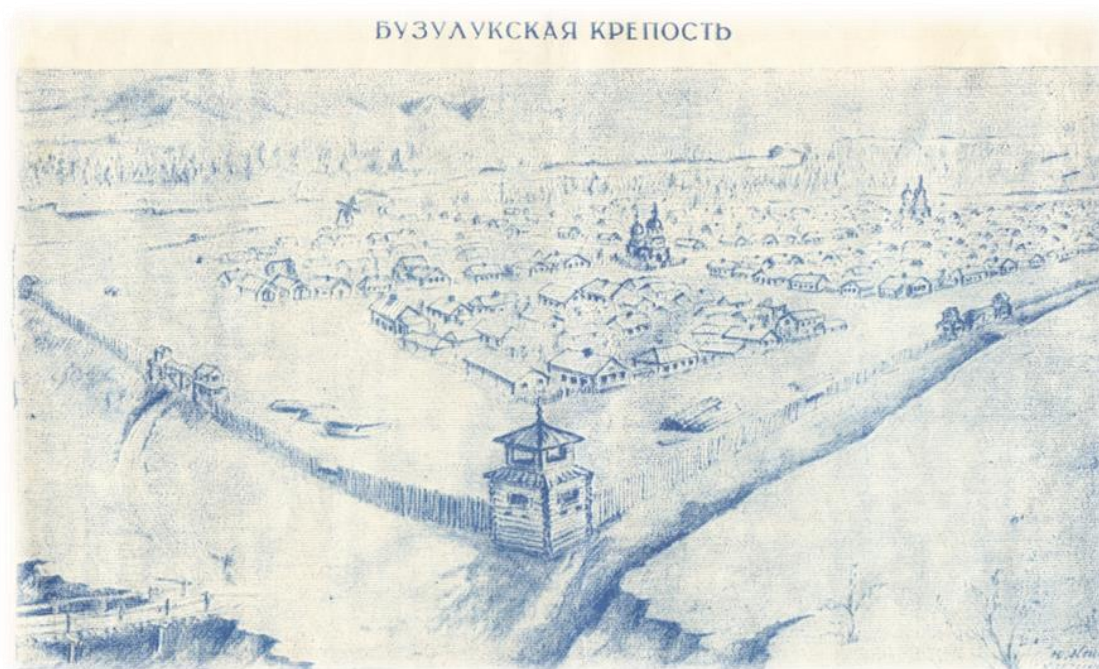


Рис. 1. Панорама Бузулукской крепости

На рис. 2 представлена историческая часть города по отношению ко всей территории. Численность города менялась и всегда была связана с историческими этапами страны. Бузулук часто становился центром исторических событий [2].



Рис. 2. Историческая часть города



Наиболее активное строительство города началось в послевоенные годы. Особый этап в развитии Бузулука начался с открытия и разработки нефтяного месторождения вблизи города. В 1973 г. нефть с Бузулукского месторождения начали перекачивать по нефтепроводу «Дружба». Это определило особый статус города на данном этапе и самый интенсивный период формирования системы озеленения.

Бузулук часто считают центром Западного Оренбуржья, несмотря на его небольшие размеры.

Следует отметить, что городу присуща прямоугольная схема планировки, предельный рационализм которой порой оказывает отрицательное влияние на архитектурно-художественную композицию города и развитие внутригородских пространств. А что касается города Бузулука, прямоугольная схема сумела найти позитивное применение, так как относится к средним городам. Это всегда отмечается в генеральных планах средних и малых городов, характеризующихся невысокой застройкой и хорошим озеленением. В дальнейшем город начал активно разрастаться, в 1924–1926 гг. планировка стала комбинированной, изменив целостную структуру города на лепестковую, сочетая в себе прямоугольную, лучевую, и произвольную планировки. На рис. 3 представлена схема планировки города.

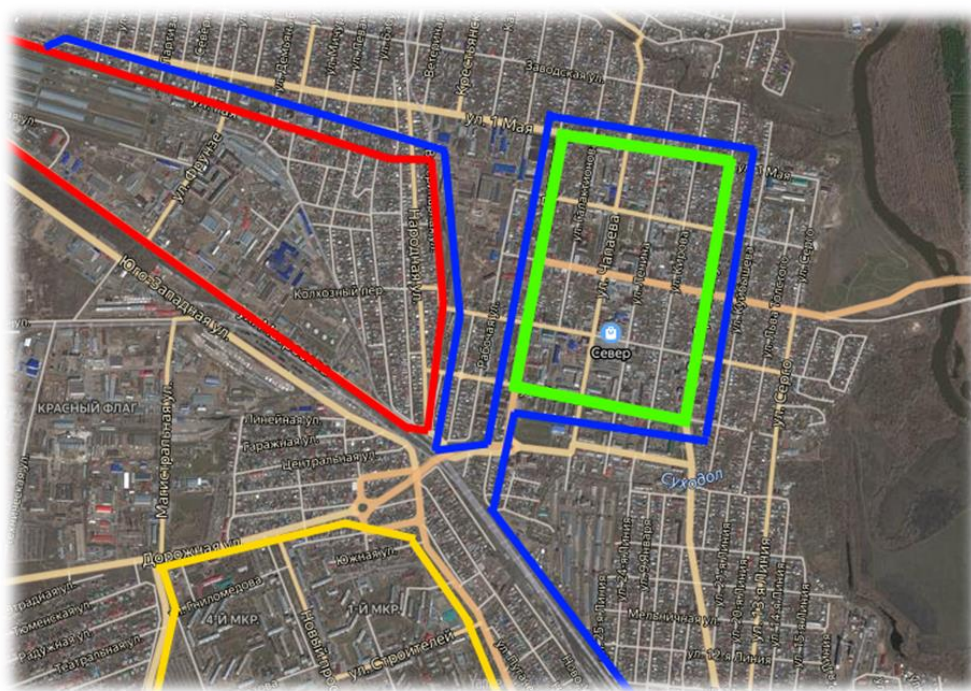


Рис. 3. Типы планировок в г. Бузулуке: зеленый – старинная прямоугольная (XVIII–XIX вв.); синий – относительно современная прямоугольная (XX–XXI вв.), красный – советская лучевая (XX в.), желтый – современная строчная планировка (XX–XXI вв.) (микрорайоны)

У города Бузулука своя специфичная система озеленения, в которую входят основные элементы озеленения, представленные в основном скворами и зелеными карманами между домов.

Анализ функционального зонирования города (2016 г.) показал, что основными функциональными зонами являются: селитебная зона малоэтажной (индивидуальной) застройки – это улицы Наримановская, Ташкентская, 1 Мая, Киевская и др.; селитебная зона многоэтажной застройки – улицы Чапаева, Пушкина, Новый Проспект, Гниломёдова. Уличное озеленение представлено одиночными деревьями и порослью отдельных видов, т.е система уличного озеленения не сохранилась в первоначальном виде.

Озеленение зон производственной и складской застройки, а именно: «Бузулукского завода тяжелого машиностроения» (заброшен на данный момент), территорий ООО «БУЗУЛУКСКИЙ ЛВЗ», ООО «Бугурусланский сыродельный завод», нефтебазы «Оренбургнефтепродукт», комбината «Бузулукское молоко», не имеют общей системы и сформированности.

К территориям общего пользования относятся сквер Никольский, сквер им. Л. Толстого, парк «Железнодорожник», парк им. А. С. Пушкина, аллея Дружбы, площадь им. Ленина (в данный момент сквер у ТЦ «Север»), парк им. Ленина (в данный момент «Парк Троицкий») и др. Общая площадь этой категории зеленых насаждений – 361 802,43 м<sup>2</sup>, что составляет 4,19 м<sup>2</sup> на одного жителя города. Это ниже нормативных показателей.

Кроме озеленённых территорий общего пользования, в систему входят озелененные территории 6 лечебных учреждений, территории 10 учебных заведений СПО, а также территории средних школ и дошкольных учреждений.

В озеленении города встречается много интродуцентов. Часто используется в изгородях сирень обыкновенная (*Syringa vulgaris*), в парковых насаждениях и на территориях частной застройки. Наряду с сиренью обыкновенной часто используют и сирень венгерскую (*Syringa josikaea*).

Практически все виды, включенные в региональный список древесных, кустарниковых видов растений, их форм и сортов, произрастающих на территории Оренбургской области, встречаются в озеленении города Бузулука. Ниже представлены некоторые из них: ель сибирская (*Picea obovata* Ldb.), сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris* L.), сосна горная (*Pinus montana* Mill.), туя западная (*Thuja occidentalis* L.), вяз гладкий (*Ulmus laevis* Pall.), вяз шершавый (*Ulmus grabra* Huds.), береза повислая (*Betula pendula* Roth.), лещина обыкновенная (*Corylus avellana* L.), ольха черная (*Alnus glutinosa* L.), ива козья (*Salix caprea* L.), ива пятитычинковая (*Salix pentandra* L.), ива ломкая (*Salix fragilis* L.), тополь Болле (*Populus bolleana* Lauche), тополь дрожащий (*Populus tremula* L.), тополь черный (*Populus nigra* L.), тополь белый (*Populus alba* L.), тополь бальзамический (*Populus balsamifera* L.), спирея городчатая (*Spiraea crenata* L.), спирея зверобо-

елистная (*Spiraea hypericifolia* L.), спирея иволистная (*Spiraea salicifolia* L.), пузыреплодник калинолистный (*Physocarpus opulifolius* (L.) Maxim.), роза собачья (*Rosa canina* L.), роза морщинистая (*Rosa rugosa* Thunb.), боярышник кроваво-красный (*Crataegus sanguinea* Pall.), карагана древовидная (*Caragana arborescens* Lam.) и др.

Примером аборигенного вида в озеленении послужит тополь белый (*Populus alba*). Одно дерево растет в парке им. А.С. Пушкина и выступает как крупный солитер, придавая парку определённый колорит.

Для первого этапа оценки состояния зеленых насаждений был проведен поперечный анализ растений на улицах 1 Мая и Мурманская. Данные улицы являются примером типового уличного озеленения данного города за большой исторический период.

Было выявлено, что состояние некоторых экземпляров вяза мелколистного (*Ulmus parvifolia*) и тополя бальзамического (*Populus balsamifera*), как наиболее часто используемых в озеленении города, не является удовлетворительным, так как деревья этих видов не имеют нужной декоративности (нет оформленных штамбов, деформированы кроны), а отдельные деревья вообще являются аварийными.

Были также обнаружены 32 куста сирени обыкновенной, некоторые в очень запущенном состоянии, они, как и вяз, подлежат удалению. Большая часть тополей неправильно кронируется уже несколько лет.

Как правило, большинство болезней и ран деревьев в городской среде связано с нарушением целостности коры, которое вызвано неправильным кронированием.

Береза повислая (*Betula pendula*), напротив, имеет состояние гораздо лучшее. Большинство деревьев этого вида в городе имеет высокий класс жизненного состояния, не имеет признаков поражения грибковыми заболеваниями и признаков суховершинности.

Следует также обратить внимание на «древовидный сорняк» – клен ясенелистный (*Acer negundo*). Его поросли заполонили многие участки в городе. Активное плодоношение, обилие семян, быстрый рост, хорошая живучесть и отсутствие вредителей в нашей полосе превратили его из культурного растения, завезенного в качестве экспериментального из США, в опасный и «трудновыводимый сорняк» [3].

В городе Бузулуке активно проводятся реновации озеленения, реконструкции и реставрации. Эта бурная деятельность началась сравнительно недавно, примерно в 2016 г., и самой знаковой является реконструкция парка имени А. С. Пушкина. В настоящее время реконструкция завершена.

Город Бузулук имеет особое очарование и интересен для туристов из-за своих исторических особенностей, поэтому озеленение может сыграть важную роль в привлечении туристических потоков.



*Библиографический список*

1. Администрация города Бузулука: история города. Офиц. сайт. – URL: <http://бузулук.рф/> (дата обращения: 02.09.2020).
2. Администрация города Бузулука: документы территориального планирования / Генеральный план города : офиц. сайт. – URL: <http://бузулук.рф/content/> (дата обращения: 5.11.2020).
3. Бугрова К. В., Петров А. П. Доброкачественность и всхожесть семян клена ясенелистного и клена гиннала // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России: матер. X Всерос. науч.-техн. конф. – Екатеринбург, 2014. – Ч 2. – URL: <http://elar.usfeu.ru/handle/123456789/3480> (дата обращения: 01.09.2020).

УДК 630.411

О. Т. Хужаев, Р. А. Султанов, Н. П. Мухсимов, О. Ж. Назарова  
(O. T. Khuzhaev, R. A. Sultanov, N. P. Mukhsimov, O. Zh. Nazarova)  
НИИЛХ, Ташкент  
(RIF, Tashkent)

**ГЛАВНЕЙШИЕ ВРЕДИТЕЛИ И БОЛЕЗНИ ПУСТЫННЫХ  
КОРМОВЫХ РАСТЕНИЙ И МЕРЫ БОРЬБЫ С НИМИ**  
(MAJOR PESTS AND DISEASES OF DESERT FORAGE PLANTS AND  
MEASURES TO COMBAT THEM)

*Показаны материалы по изучению вредителей и болезней представляющих угрозу при выращивание пустынных кормовых растений. Описаны меры борьбы с этими вредителями и болезнями в условиях пустынных территорий осушенного дна Аральского моря.*

*The article deals with the materials on the study of pests and diseases that pose a threat when growing desert fodder plants. Measures to combat these pests and diseases in the desert territories of the drained bottom of the Aral Sea are described.*

В основных направлениях устойчивого развития лесного хозяйства Республики Узбекистан на современном этапе на период до 2030 г., предусмотрено дальнейшее повышение продуктивности лесов на базе технического переоснащения, внедрения передовых приемов повышения эффективности лесохозяйственного производства, улучшения охраны лесов от пожаров и защиты их от вредителей и болезней.

Однако в последние годы санитарное состояние естественных и созданных лесомелиоративных и пастбищезащитных насаждений

находится в неудовлетворительном состоянии из-за абиотических, биотических и антропогенных факторов, связанных в первую очередь с глобальным потеплением климата на планете. Наблюдается тенденция к снижению среднегодовых осадков в пустынных и полупустынных районах, что ведет к ослаблению жизнедеятельности растений. Ослабленные насаждения в сильной степени подвергаются нападению агрессивных видов вредителей и болезней [1].

С учетом больших объемов работ по созданию лесомелиоративных, пастбищезащитных и кормовых пастбищных насаждений в пустынных и полупустынных районах, а также на территории осушенного дна Аральского моря, намеченных согласно стратегии развития на период 2017–2021 гг., предложенной Президентом Узбекистана Ш. М. Мирзиёевым, особое место занимает защита растений от вредителей и болезней.

Поэтому в рамках исследований проведены работы по определению главных видов и болезней, повреждающих пустынные кормовые растения при их выращивании в лесном питомнике.

Как установлено, к их числу относится большая группа вредителей, имеющих хозяйственно важное значение в фауне пустынь и полупустынь Узбекистана. К этой группе насекомых отнесены чернотелки (семейство **Tenebrionidae**), пластинчатоусые (семейство **Scarabeidae**) и щелкуны (семейство **Elateridae**) [2].

В питании представленных семейств значительную роль играют живые части растений, в том числе всходы древесно-кустарниковой растительности. Личинки подгрызают корневую систему всходов и сеянцев псамофитов, жуки для дополнительного питания сгрызают надземную часть появившихся всходов.

#### **Чернотелки (семейство Tenebrionidae)**

Чернотелки и щелкуны считаются жесткокрылыми или жуками [3]. Из вредителей корней обычными обитателями пустынных лесов являются чернотелки. Они встречаются повсюду. Чернотелки в первый год создания лесомелиоративных и пастбищезащитных насаждений уничтожают от 30 до 80 % появившихся всходов.

Наиболее часто встречаются следующие виды чернотелок: *Adesmia gebleri gebleri* Geb. (рис. 2), *Calyptopsis lopatini* Med., *Trigonoscellis grandis* Kr. (рис. 1), *Pisterotarsa gigantea* Fisch., *Caliptopsis punctiventris* Band., *Adesmia gebleri elleptica* R. [4]. Многие из них имеют многолетнюю генерацию (1–2 года и более). Зимуют они в фазе личинки и имаго. При среднесуточной температуре воздуха 5–7 °С у них начинается активная жизнь, что приходится на середину марта. Покинув места зимовок, жуки чернотелок приступают к активному дополнительному питанию всходами травянистой и древесно-кустарниковой растительности. Перезимовавшие ли-

чинки чернотелок мигрируют в верхние горизонты почвы, поедая корневую систему растений [5, 6].



Рис. 1. Взрослый жук и личинки чернотелки *Trigonoscellis grandis* Kr



Рис. 2. Взрослый жук и личинки чернотелки *Adesmia gebleri gebleri* Geb

Из корнегрызущих вредителей наиболее экологически пластичными являются представители хрущей из рода *Amphimallon*, *Polyphylla*, *Melolontha* (рис. 3).

Большинство видов хрущей имеют от 3 до 5 генераций в год. Личинки за период своего развития зимуют в почве, уходя осенью в более глубокие слои (на 60–100 см) и возвращаясь в верхние слои весной (10–20 см). Во время летних высоких температур личинки вновь опускаются в глубь почвы (см. рис. 3). Они питаются корнями древесно-кустарниковых пород и травянистой растительностью.



Рис. 3. Личинки разных видов хрущей

Из щелкунов наиболее распространены прежде всего *Agriotes obscurus* L., *A. lineatus* L. Так же, как и по отношению к хрущам, ущерб, причиняемый проволочниками, зависит не от абсолютного числа их, а от чувствительности культур. В поисках пищи личинки щелкунов передвигаются в почве в вертикальном и горизонтальном направлениях. В разные сезоны года они скапливаются то в поверхностном слое, то уходят на глубину 60–80 см и более. Вертикальное перемещение личинок весной и осенью зависит от гидротермического режима почвы. Личинки щелкунов называют проволочниками. Проволочники наносят заметный вред в питомниках и лесомелиоративных полосах. Они измочаливают корни растений, повреждают семена древесных растений (рис. 4).



Рис. 4. Взрослый жук щелкуна и его личинки

**Основные болезни при выращивании песчаных пород. Фузариоз семян саксаула.** Посевной материал песчаных пород поражается рядом грибных заболеваний. Наиболее опасной болезнью всходов и семян является фузариоз, вызываемый грибами рода **Fusarium**. Эти грибы относятся к патогенным организмам, широко распространены в природе и являют-



ся причиной заболеваний многих сельскохозяйственных и лесных культур. Инфекция гриба сохраняется на зараженных растениях, растительных остатках, семенах, в почве и является источником заражения.

Болезнь выражается в загнивании семян, проростков, увядании и полегании всходов. Полегание всходов обычно происходит в первые два месяца жизни растений. Внешние признаки болезни проявляются в том, что ствол у основания начинает темнеть, утончается, сеянцы желтеют, увядают и усыхают (рис. 5). Увядание идет снизу вверх. Корневая система отмирает, больные растения легко выдергиваются из почвы. Потери от болезни нередко достигают 60 % и более. Позднеосенние и ранневесенние посевы песчаных пород менее повреждаются, так как всходы к моменту активного периода развития возбудителя болезни успевают несколько окрепнуть.



Рис. 5. Сеянцы саксаула, зараженные грибковым заболеванием

Для борьбы с вредителями и болезнями при выращивании посадочного материала в лесном питомнике, а также при лесомелиоративном освоении пустынных территорий применяются различные приемы.

Из лесохозяйственных мер борьбы используются лесоводственные и лесокультурные приемы, которые повышают устойчивость лесных насаждений к вредным организмам, создавая неблагоприятные условия для развития этих организмов при одновременном улучшении условий обитания полезных видов.

При создании лесомелиоративных и пастбищезащитных полос такими приемами могут быть: правильный выбор площади под культуры и питомники, подбор пород для устойчивости насаждений, достаточно тщательная подготовка почвы, отбор посевного и посадочного материала, соблюдение агротехнических требований, создание насаждений и уход за ними, соблюдение санитарных правил.

Из механических мер борьбы – обработка почвы. При вспашке и культивации почвы в культурах и питомниках часть личинок почвообитающих

насекомых (чернотелки, хрущи и др.) уничтожается механическими орудиями или при ручном рыхлении почвы.

Более широкое внедрение находят химические методы, основанные на применении химических веществ на ограниченных площадях. Такие вещества успешно применяются для борьбы с личинками и жуками корнегрызущих и сосущих вредителей, а также с грибковыми заболеваниями (мучнистая роса, фузариоз).

Для успешной защиты сеянцев от чернотелок, хрущей и шелконов применяются препарат Нурелл-Д с нормой расхода 0,3–0,4 л/га и препарат Децис 2,5 % ФЛО (Р) с нормой расхода 0,5–1 л/га.

Для защиты сеянцев против грибковых заболеваний используются препарат Топсин-М – 70 % смачивающий порошок защитного и лечащего системного действия с нормой расхода 1–2 кг/га или препарат Вектра с нормой расхода 0,3 кг/га.

#### *Библиографический список*

1. Руководство по защите пустынных, арчовых, орехоплодовых насаждений в Средней Азии / УзНИИЛХ. – Ташкент, 1993. – 18 с.
2. Хужаев О., Султанов Р. Главнейшие вредители пустынных растений // Журнал сельского и водного хозяйства Узбекистана. – 2019. – № 4.
3. Михайлов Ю.Е. Лесная энтомология. – Екатеринбург, 2009.
4. Корниенко В.В. Чернотелки на пастбищах пустынной зоны и меры борьбы с ними // Тр. Ин-та каракулеводства. – 1961. – Т. 2.
5. Гершун М.С. Вредители всходов и сеянцев саксаула и меры борьбы с ними. – Ташкент: УзАСХН, 1960.
6. Нурматов Т. Насекомые-вредители саксаула: автореф. дис. ... канд. биол. наук / Нурматов Т. – Алма-Ата: АН СССР, 1971.

УДК 630\*232

М. П. Чернышов

(M. P. Chernyshov)

ВГЛТУ имени Г.Ф. Морозова, Воронеж  
(VSFU named after G. F. Morozov, Voronezh)**ВОСПРОИЗВОДСТВО ДУБРАВ В ЦЕНТРАЛЬНОМ ЧЕРНОЗЕМЬЕ**  
(REPRODUCTION OF OAK IN THE CENTRAL CHERNOZEM REGION)

*Рассмотрена возрастная структура дубрав Центрального Черноземья. Она нуждается в оптимизации. Доля молодняков дуба составляет 11,9 %, а спелых и перестойных насаждений – в 2 раза больше (22,4 %). Потенциальная равновеликая замена отсутствует, а создаваемые лесные культуры дуба черешчатого не всегда соответствуют действующим нормативам.*

*The age structure of oak forests of the Central Chernozem region is considered. It needs optimization. The share of young oak stands is 11.9%, and that of mature and over-mature stands is 2 times more (22.4%). There is no potential equivalent replacement, and the created pedunculate oak forest cultures do not always correspond to the current standards.*

В соответствии с действующим Лесным кодексом РФ [1] воспроизводство лесов включает осуществление лесного семеноводства, лесовосстановления, ухода за лесами и отнесение земель, предназначенных для лесовосстановления, к землям, на которых расположены леса. Разумное сочетание всех перечисленных выше мер, которые должны последовательно и своевременно реализовываться на землях лесного фонда, призвано обеспечить воспроизводство вырубленных, погибших и поврежденных дубовых лесов, преобладающая часть которых является порослевыми. Так, в Белгородской области соотношение площади высоко- и низкоствольных дубрав составляет 64,5 и 35,5 %, в Воронежской – 42,0 и 58,0 %, в Курской – 28,2 и 71,8 %, в Липецкой – 24,4 и 75,6 % и в Тамбовской области – 24,5 и 75,5 % [2]. Поэтому низкоствольные дубравы подлежат преобразованию как менее долговечные, продуктивные и устойчивые в высокоствольные.

Дубравы региона как доминирующая экологическая система продолжают деградировать и как никогда нуждаются в сохранении и устойчиво-расширенном воспроизводстве. В настоящее время по площади они представлены преимущественно средневозрастными (53,3 %), приспевающими (12,4 %), спелыми и перестойными (22,4 %) насаждениями, а по запасу древесины соотношение упомянутых возрастных групп еще хуже – 54,7; 14,8 и 26,2 % соответственно.

Доля молодняков явно недостаточна и составляет: в Белгородской области 12,5 %, в Воронежской – 14,0 %, в Курской – 7,1 %, в Липецкой – 10,5 % и в Тамбовской области – 15,5 %, а в целом по региону – 11,9 %.

При этом доля дуба черешчатого в составе смешанных насаждений дубовых высоко- и низкоствольных хозяйственных секций колеблется от 2 до 7 единиц и имеет тенденцию к уменьшению.

Известно, что лесовосстановление осуществляется естественным, искусственным или комбинированным способами в целях восстановления вырубленных, погибших и поврежденных лесов, а также сохранения полезных функций и биологического разнообразия лесов.

Рекомендуемое оптимальное соотношение долей способов воспроизводства лесов приведено в табл. 1.

Таблица 1

Соотношение долей площади фонда лесовосстановления по способам воспроизводства дубрав Центрального Черноземья по лесным районам

Лесные районы европейской части РФ	Доли площади по способам воспроизводства дуба, %					
	Лесовосстановление:				Лесораз- ведение	Реконструкция малоценных насаждений
	естественное	искусственное		комбини- рованное		
		Посев	Посадка			
Лесостепной район	15	5	40	8	15	17
Район степей	10	5	45	5	17	18

Воспроизводство дубовых лесов осуществляется преимущественно на землях, предназначенных для лесовосстановления (вырубки, гари, пустыри, прогалины, редины и др.), в составе земель лесного фонда [1, 3].

Лесовосстановительные мероприятия на каждом лесном участке, предназначенном для проведения лесовосстановления, осуществляются в соответствии с проектом лесовосстановления и считаются завершенными [3] после отнесения их к землям, на которых расположены леса, в порядке, предусмотренном частью 2 статьи 64.1 Лесного кодекса РФ

Сведения о динамике площади искусственного лесовосстановления по годам в областях Центрального Черноземья [4] приведены в табл. 2.

Из табл. 2 видно, что искусственное лесовосстановление преобладает во всех областях Центрального Черноземья. Минимальное значение доли искусственного лесовосстановления приходится на Воронежскую область в 2011 г. (74,2 %). В Белгородской области оно составляет 100 %, в Тамбовской области, кроме 2003 г., аналогичная ситуация. Это обусловлено сложившейся в результате хозяйственной деятельности структурой земель фонда лесовосстановления (табл. 3) и тенденциями лесообразовательного процесса на них.



Таблица 2

Динамика площади искусственного лесовосстановления в общем объеме лесовосстановления по субъектам Центрального Черноземья по годам

Субъекты РФ (области)	Доли искусственного лесовосстановления в общем объеме лесовосстановления по годам, %:										
	1992	1998	2003	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Белгородская	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Воронежская	100,0	93,6	93,4	88,1	91,3	74,2	82,2	81,1	92,5	96,6	94,1
Курская	100,0	100,0	99,3	88,5	100,0	88,7	93,6	98,3	84,1	89,6	96,0
Липецкая	100,0	100,0	100,0	100,0	97,4	95,0	86,5	95,8	94,2	97,9	100,0
Тамбовская	100,0	100,0	75,8	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Таблица 3

Структура фонда лесовосстановления по субъектам Центрального Черноземья, категориям земель и способам лесовосстановления на них

Индексы категорий* земель лесного фонда	Фонд лесовосстановления, тыс. га				
	Гари	Погибшие насаждения	Вырубки	Пустыри и прогалины	Итого
1	2	3	4	5	6
Белгородская область					
1	0,0	0,2	0,7	0,9	1,8
1,1	0,0	0,0	0,1	0,3	0,4
1,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1,3	0,0	0,2	0,6	0,6	1,4
Воронежская область					
1	7,7	1,1	8,9	4,2	21,9
1,1	1,2	0,2	2,9	2,9	7,2
1,2	0,9	0,0	0,6	0,1	1,6
1,3	5,6	0,9	5,4	1,2	13,1
Курская область					
1	0,0	0,1	0,9	0,8	1,8
1,1	0,0	0,0	0,1	0,2	0,3
1,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1,3	0,0	0,1	0,8	0,6	1,5
Липецкая область					
1	3,0	0,1	4,1	0,4	7,6
1,1	1,2	0,0	0,3	0,2	1,7
1,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1,3	1,8	0,1	3,8	0,2	5,9

Окончание табл. 3

1	2	3	4	5	6
Тамбовская область					
1	1,7	0,1	2,1	0,0	3,9
1.1	0,6	0,0	0,5	0,0	1,1
1.2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1.3	1,1	0,1	1,6	0,0	2,8
* Категории земель: 1 – земли, нуждающихся в лесовосстановлении и лесоразведении (всего); 1.1 – земли, на которых обеспечивается естественное восстановление леса; 1.2 – земли, на которых восстановление леса хозяйственно-ценными древесными породами может быть обеспечено путем содействия естественному возобновлению; 1.3 – земли, на которых восстановление леса может быть обеспечено только путем создания лесных культур.					

С целью оценки выполненных работ, состояния участков с проведенными мерами искусственного и комбинированного лесовосстановления и назначения мероприятий по улучшению состояния этих участков проводится инвентаризация лесных культур первого, третьего и пятого года.

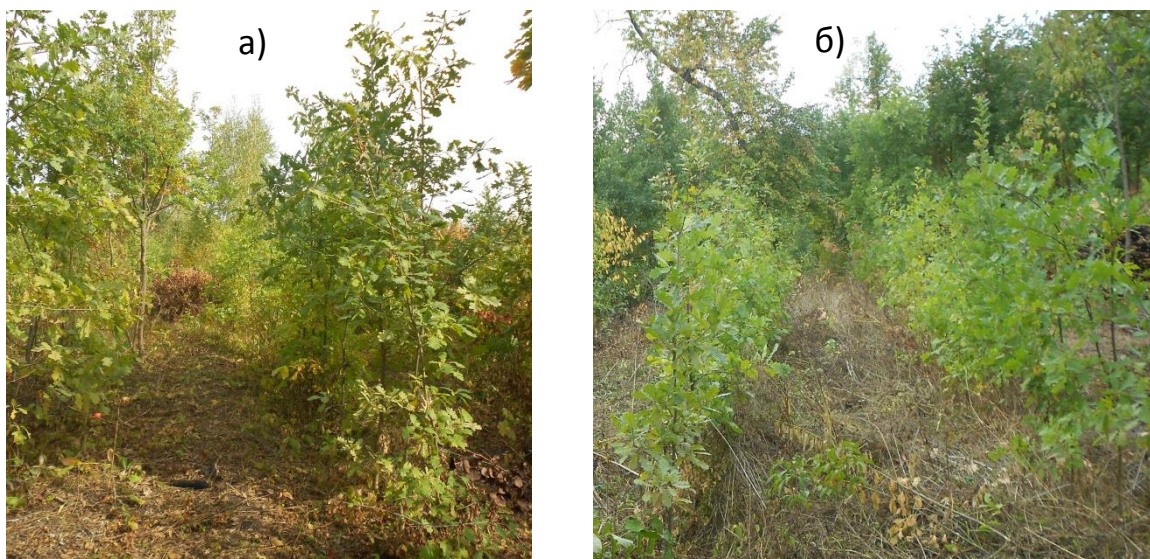
Согласно «Правилам лесовосстановления» [3], молодняки дуба черешчатого, переводимые в состав земель, на которых расположены леса, должны соответствовать следующим параметрам (табл. 4).

Таблица 4

Нормативы для молодняков дуба черешчатого, переводимых в земли, на которых расположены леса [3]

Критерии и требования к молоднякам, площади которых подлежат отнесению к землям, на которых расположены леса			
Группа типов леса или типов лесорастительных условий	Возраст (к молоднякам, созданным искусственным или комбинированным способом), лет (не менее)	Количество деревьев главных пород, тыс. шт. на 1 га (не менее)	Средняя высота деревьев главных пород, м (не менее)
Лесостепной район европейской части РФ			
Сухие груд и сугрудок	7	1,5	0,9
Свежие груд и сугрудок	7	1,5	1,1
Влажные груд и сугрудок	7	1,5	1,3
Район степей европейской части РФ			
Сухие дубрава и судубрава	8	1,1	1,2
Черноземно-луговые почвы мощностью 0,8–1,0 м	8	1,2	1,5
Черноземные почвы мощностью 0,6–0,75 м	8	1,2	1,3

В качестве иллюстрации воспроизводства дубрав региона на рисунке представлены сомкнувшиеся в рядах лесные культуры дуба черешчатого.



Сомкнутые в рядах 10- (а) и 8-летние (б) культуры дуба после проведения осветлений (Тербунское лесничество Липецкой области)

Если сравнить начальную густоту культур дуба с количеством его деревьев в 7–8-летнем возрасте, то окажется, что приживаемость высаженных на лесном участке 2-летних сеянцев должна быть не менее 50 %.

Состояние культур тесно связано с уходами за ними [5]. Без проведения многократных агротехнических уходов и периодических рубок ухода (осветлений) в междурядьях культур, созданных на свежих вырубках, вырастить жизнеспособные молодняки с господством дуба невозможно.

В табл. 5 приведена лесоводственно-таксационная характеристика чистых по составу культур дуба по данным пробных площадей.

Таблица 5

Лесоводственно-таксационная характеристика лесных культур дуба черешчатого по данным пробных площадей

№ пп.	Состав культур	Возраст, лет	Средние		ТУМ	Бонитет	Полнота	Запас, м <sup>3</sup> /га,	Состояние
			высота, м	диаметр, см					
ВПП-1	10 Дч	5	1,8	1,9	D <sub>2</sub>	III	0,1	2,6	Хорошее
ВПП-2	10 Дч	5	1,7	1,6	D <sub>2</sub>	III	0,2	1,9	Отличное
ВПП-3	10Дч	5	1,5	0,5	C <sub>2</sub>	II	0,5	10	Удовлетв.
ВПП-4	10Дч, + Яс	7	1,6	0,8	D <sub>2-3</sub>	I	0,68	21	Удовлетв.
ВПП-5	10Дч	12	8,7	8,0	D <sub>2</sub>	Ia	0,95	56	Отличное
ВПП-7	10Дч	22	11,5	9,8	D <sub>2</sub>	III	0,72	93	Хорошее
ВПП-8	10Дч	25	11,4	10,7	D <sub>2</sub>	II	0,9	102	Хорошее
ВПП-9	10Дч	46	24,0	22,3	D <sub>2</sub>	III	0,80	210	Удовлетв.

Для обеспечения устойчиво-расширенного воспроизводства дубрав региона нужно увеличить объемы работ по лесовосстановлению и созданию новых объектов постоянной лесосеменной базы дуба черешчатого.

### *Библиографический список*

1. Лесной кодекс Российской Федерации. Федеральный закон от 4 ноября 2006 г. №200-ФЗ (с изменениями и дополнениями за 2008-2020 гг.). – URL: <http://www.rosleshoz.gov.ru> (дата обращения: 07.10.2020).
2. Лесной реестр 2013 : статистический сборник. – М., 2014. – 690 с. – URL: <http://www.rosleshoz.gov.ru> (дата обращения: 07.10.2020).
3. Правила лесовосстановления, состав проекта лесовосстановления, порядок разработки проекта лесовосстановления и внесения в него изменений: утв. приказом Минприроды РФ от 25 марта 2019 г. №188. – URL: <http://www.rosleshoz.gov.ru> (дата обращения: 07.10.2020).
4. Единая межведомственная информационная статистическая система. – URL: <http://fedstat.ru/indicators/search.doc> (дата обращения: 07.10.2020).
5. Чернышов М.П. Управление воспроизводством дубрав европейской части Российской Федерации и оптимизация их территориального размещения // Лесоуправление, лесоустройство и лесозащита – настоящее, будущее: матер. науч.-практ. конф. – Брянск, 2012. – С. 49-53.

УДК 630\*443.3

Р. А. Чураков, Б. П. Чураков  
(R. A. Churakov, B. P. Churakov)  
УлГУ, Ульяновск  
(UISU, Ulyanovsk)

### **ЕСТЕСТВЕННОЕ ВОЗОБНОВЛЕНИЕ ДУБА В ЛЕСАХ УЛЬЯНОВСКОЙ ОБЛАСТИ (NATURAL RENEWAL OF OAK IN THE FORESTS OF THE ULYANOVSK REGION)**

*Рассмотрены вопросы естественного возобновления дуба в различных типах леса Ульяновской области. Наибольшее количество самосева дуба выявлено в дубняке снытьево-ясменниковом, а наименьшее количество многовершинных дубков – в дубняке бруснично-зеленомошниковом.*

*The article deals with the natural renewal of oak in various types of forests in the Ulyanovsk region. The largest number of self-seeding oak trees was found in the snytevo-yasmennikovy oak forest, and the smallest number of multi-peaked oaks in the lingonberry-zelenomoshnikov oak forest.*

Периодическое усыхание дуба наблюдается на всем протяжении его ареала и носит глобальный характер. По данным В. Г. Панина [1], за период с 1990 по 1995 гг. доля дубовых лесов в европейской части России сократилась на 180 тыс. га, причем в основном за счет молодняков. Большинство современных наших дубрав (63,9 %) имеют порослевое происхождение.

Площадь дубрав Ульяновской области сократилась со 139 тыс. га в 1995 г. до 96,3 тыс. га в 2008 г., т.е. примерно на 30 %. На столько же (на 30 %) снизилась площадь молодняков дуба: с 14,0 тыс. га в 1995 г. до 9,4 тыс. га в 2008 г. Необходимо отметить, что 91,7 % дубовых лесов области имеет порослевое происхождение.

Одной из причин сокращения площади дубовых лесов нужно считать, наряду с долговременным порослевым возобновлением, почти полное отсутствие естественного семенного возобновления. Это связано как со снижением репродуктивной способности порослевых деревьев, так и с отсутствием соответствующего ухода за появляющимся самосевом дуба.

Целью данного исследования является изучение хода естественного возобновления дуба в различных типах леса.

Исследования проводились в дубняках мелкотравных (МТР), снытьево-ясменниковых (СНЯС) и сосняках бруснично-зеленомошниковых (БРЗМ). В каждом обследованном насаждении закладывались пробные площади размером  $10 \times 20 \text{ м} = 200 \text{ м}^2$  в 6-кратной повторности, на которых с учетом средних высот проводился учет естественного семенного возобновления дуба с подразделением его на 3 возрастные группы: одно-, двух- и трехлетние. Полученные на пробах результаты учета самосева переводились на 1 га (табл. 1).

Таблица 1

# Результаты учета естественного семенного возобновления дуба

Тип леса	Количество самосева, шт.				
	Однолетки $\bar{X} \pm S_x$	Двухлетки $\bar{X} \pm S_x$	Трехлетки $\bar{X} \pm S_x$	Всего на пробе	Итого на 1 га
ДСНЯС	$20 \pm 1,0$	$15 \pm 0,9$	$11 \pm 0,8$	46	2300
ДМТР	$17 \pm 1,1$	$13 \pm 0,8$	$10 \pm 0,9$	40	2000
СБРЗМ	$14 \pm 0,7$	$10 \pm 0,8$	$10 \pm 0,9$	34	1700

Примечание.  $\bar{X}$  – среднее арифметическое,  $S_x$  – ошибка среднего арифметического.

Результаты исследований естественного возобновления дуба в различных типах леса дают основание констатировать следующее.

Наибольшее количество самосева дуба отмечено в дубняках СНЯС (в среднем 2300 шт./га), наименьшее – в сосняках БРЗМ (в среднем 1700 шт./га). Промежуточное положение по этому показателю занимают дубняки МТР (в среднем 2000 шт./га).

В дубняках СНЯС по сравнению с дубняками МРТ и сосняками БРЗМ количественное преобладание самосева дуба можно объяснить следующими обстоятельствами. Во-первых, в данном типе леса более благоприятные для роста дуба лесорастительные условия (по трофности и влажности почв). Во-вторых, густой травяной покров создает оптимальный для прорастания желудей и роста самосева дуба микроклимат. Кроме того, по данным М. В. Колесниченко [2], активаторами по отношению к дубу являются липа мелколистная, лещина обыкновенная, клены остролистный и татарский, ингибиторами – береза бородавчатая, вязы обыкновенный и мелколистный, ясень обыкновенный, клен ясенелистный, осина, сосна обыкновенная. На значительную роль биоразнообразия в сохранении и поддержании биологической устойчивости лесных экосистем указывают многие исследователи – С. В. Залесов [3], Иванчина [4] и др.

Дуб черешчатый очень чувствителен к поздним весенним и ранним осенним заморозкам. От поздних весенних заморозков в Среднем Поволжье часто страдают молодые листья, побеги и цветки, что приводит к снижению урожая желудей. Ранними осенними заморозками повреждаются побеги второго (летнего) роста [5]. Все это в сочетании с поражением подраста дуба мучнистой росой нередко приводит к отмиранию побегов и к появлению многовершинности дубков – «торчков». Проведен учет таких «торчков» в штуках и в процентах от общего числа самосева дуба (табл.2).

Таблица 2

Количество многовершинных дубков («торчков») в самосеве дуба

Тип леса	Количество «торчков», шт./%				
	Однолетки	Двухлетки	Трехлетки	Всего на пробе	Итого на 1 га
ДСНЯС	0	2 $\pm$ 0,3 (13.3)	3 $\pm$ 0,4 (27.2)	5(10.9)	250 (10.9)
ДМТР	0	2 $\pm$ 0,2 (15.4)	3 $\pm$ 0,4 (30.0)	5 (12.2)	250 (12.2)
СБРЗМ	0	1 $\pm$ 0,1 (10.0)	2 $\pm$ 0,3 (20.0)	4 (11.8)	200 (11.8)

В обследованных насаждениях многовершинные дубки отсутствуют в однолетнем самосеве, но выявлены в самосеве в возрасте 2 и 3 лет. Меньше всего таких дубков в сосняках БРЗМ. По нашему мнению, это может быть связано с тем, что в этих насаждениях наименьшее количество самосева дуба, снижена инфекционная нагрузки в связи с незначительным

участием дуба в составе древостоя и довольно высокая фитонцидная активность сосны. Кроме того, в среднем наблюдается тенденция к увеличению относительного количества «торчков» по мере повышения возраста подроста во всех типах леса.

### **Выводы**

1. Наибольшее количество самосева дуба отмечено в снытьево-ясменниковых дубняках.
2. Во всех обследованных типах леса среднее количество естественного возобновления дуба постепенно снижается по мере увеличения его возраста.
3. Многовершинные дубки отсутствуют в однолетнем самосеве, но выявлены в самосеве 2- и 3-летнего возраста.
4. Наименьшее количество многовершинных дубков выявлено в бруснично-зеленомошниковых сосняках.

### *Библиографический список*

1. Панин В.Г. Проблемы сохранения дубрав // Лесохоз. информ. – М.: ВНИИЦресурс, 1995. – № 7. – С. 1–7.
2. Колесниченко М.В. Биохимические взаимодействия древесных пород. – М.: Лесн. пром-сть, 1968. – 150 с.
3. Ценопопуляции лесных и луговых видов растений в антропогенно нарушенных ассоциациях Нижегородского Поволжья и Поветлужья / Залесов С.В., Невидомова Е.В., Невидомов А.М., Соболев Н.В. – Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2013. – 204 с.
4. Иванчина Л.А., Залесов С.В. Влияние примеси лиственных пород в составе древостоев ельника зеленомошного на их устойчивость // Успехи современного естествознания. – 2017. – № 6. – С. 61–66.
5. Яковлев А.С., Яковлев И.А. Дубравы Среднего Поволжья. – Йошкар-Ола: Изд-во МарГТУ, 1999. – 352 с.

УДК 630\*532

И. В. Шевелина, М. Р. Кожевников, А. М. Ахмадалиева, М. Р. Лузянина  
(I. V. Shevelina, M. R. Kozhevnikov, A. M. Akhmadaliev, M. R. Luzianina)  
УГЛТУ, Екатеринбург  
(USFEU, Yekaterinburg)

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КАЛИБРОВОЧНОГО СЛАЙДА LEVENHUK  
MED ПРИ ОЦЕНКЕ ПЛОЩАДИ ПОВЕРХНОСТИ ХВОИ  
(USING THE LEVENHUK MED CALIBRATION SLIDE TO ESTIMATE  
THE SURFACE AREA OF NEEDLES)**

*Использование калибровочного слайда Levenhuk Med позволяет точно провести калибровку цифрового микроскопа с камерой и с достаточной точностью измерение параметров ассимиляционного аппарата хвои (периметра и площади поверхности).*

*Using the Levenhuk Med calibration slide, you can accurately calibrate a digital microscope with a camera and measure the parameters of the pine needles assimilation apparatus (the diameter and surface area) with sufficient accuracy.*

Параметры ассимиляционного аппарата сосны обыкновенной определяются во многих эколого-физиологических исследованиях. Измерение длины хвои не вызывает затруднений, а площади и периметра поперечного сечения затруднено из-за сложной формы хвоинки и ее размера [1]. Эти параметры возможно измерить с помощью современных цифровых микроскопов с фотокамерами [2], при использовании которых возникают проблемы их калибровки. Ввод в действие Федерального закона «Об обеспечении единства измерений» [3] наполнил новым содержанием термин «калибровка». После его внедрения повысился интерес к разработке новых методик калибровки и поверки существующих средств измерения с помощью различных эталонных размеров [4].

Цель исследования – проведение калибровки камеры микроскопа Levenhuk 870T с программным обеспечением LevenhukLite для определения параметров ассимиляционного аппарата на цифровом снимке.

Работы проведены на ноутбуке CLEVO w650 с разрешением экрана 1366x768 пикселей на дюйм.

Первоначально на ноутбуке была установлена программа TourView, созданная разработчиками микроскопа и скачанная с официального сайта [www.levenhuk.ru](http://www.levenhuk.ru). Далее, следуя инструкции по работе с программой, проводят автоматическую калибровку. Для этого выставлен масштаб, равный 100 % (рис. 1, а). В окне «Калибровка» установлены в поле «Увеличение» –



4-кратное и в поле «Действ. длина» – 1 (мм) (рис.1, б). После установки данных параметров необходимо нажать ОК [5].

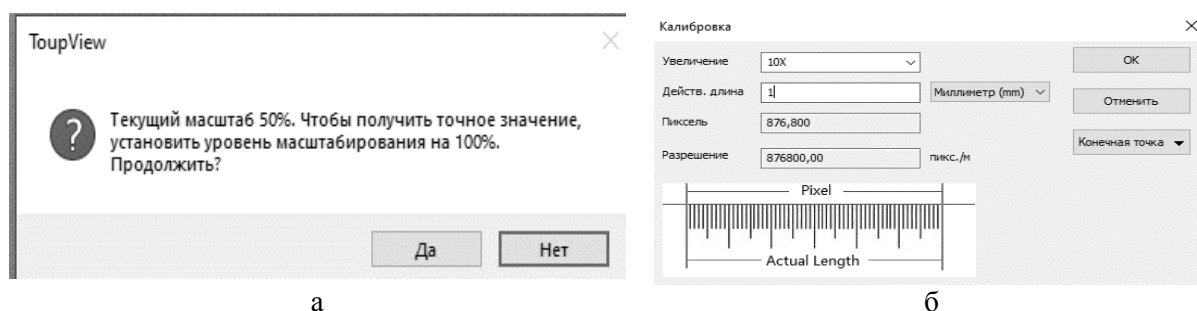


Рис. 1. Автоматическая калибровка в программе:  
а – установка масштаба 100 %, б – данные калибровки

Для проверки автоматической калибровки камеры микроскопа был использован специальный калибровочный слайд Levenhuk Med, разработанный фирмой Levenhuk (рис. 2). На слайде нанесен отрезок длиной 1 мм (далее эталон) со шкалой деления 0,01 мм.

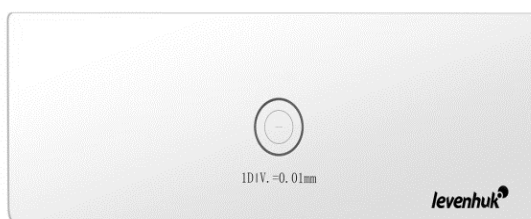


Рис. 2. Калибровочный слайд Levenhuk Med

Проверка автоматической калибровки проведена по инструкции разработчиков программы. Для этого построили отрезок на экране с помощью команды линия на эталонном миллиметре используемого слайда. Программа показала, что длина линии эталона составила 3,94 мм, это почти в 4 раза больше эталонной длины, полученной при автоматической калибровке. В результате пришли к выводу, что процедуру автоматической калибровки необходимо перепроверять при помощи калибровочного слайда.

Для этого необходимо выбрать в меню программы единицы измерения, в данном случае пиксель. Далее построить отрезок на концах шкалы с помощью команды линия. В результате отрезок в эталонном миллиметре калибровочного слайда имеет длину 1234 пикселей. Данное количество пикселей соответствует масштабу 71 %.

При проведении калибровки необходимо игнорировать предложение программы выставить масштаб 100 % и нажать «Да» (см. рис. 1, а). Выполнить действия, описанные выше для автоматической калибровке,

выбрав нужное увеличение (4-кратное), установив действительную длину (1 мм). Нажать ОК (см. рис. 1, б). Перевести в настройках программы единицы измерения пиксели в миллиметры. В результате проверки получим отрезок длиной 1 мм, построенный на эталоне калибровочного слайда (рис. 3).

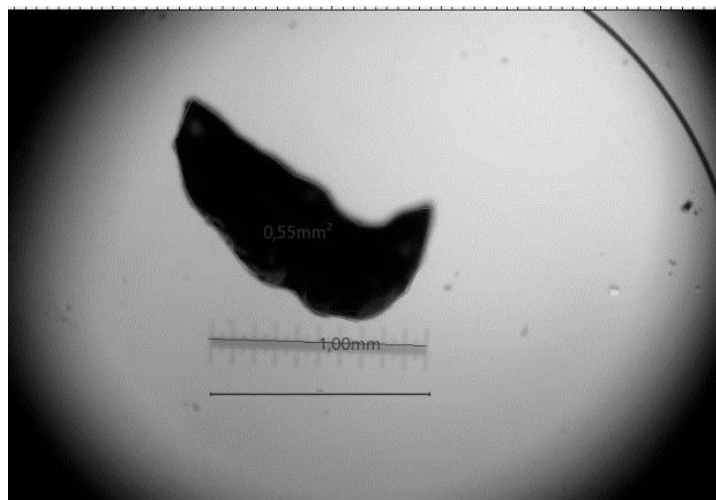


Рис. 3. Срез хвои сосны обыкновенной, расположенный на калибровочном слайде

После этого микроскоп с камерой Levenhuk на ноутбуке CLEVO w650 с разрешением 1366x768 пикселей готов к определению периметра и площади поперечного сечения хвои сосны обыкновенной.

### *Библиографический список*

1. Уткин А. И., Ермолова Л.С., Уткина И.А. Площадь поверхности лесных растений. Сущность. Параметры. Использование. – М.: Наука, 2008. – 292 с.
2. Разработка методики оценки площади поверхности хвои сосны обыкновенной / Шевелина И.В., Нагимов З.Я., Тимофеева Е.Е., Кожевников М.Р. // Леса России и хоз-во в них. – 2019. – № 4 (71). – С. 18–26.
3. Об обеспечении единства измерений: Федеральный закон № 102-ФЗ от 26.06.2008. – URL: <http://consultant.ru>
4. Нефедьев Д. И., Ординарцева Л.С. Актуальность калибровки измерительных систем в рабочих условиях эксплуатации // Экономика качества. – 2015. – №2(10). – С. 99–103.
5. Инструкция по эксплуатации Levenhuk 870T (trinocular) biological microscopes / Long Island City. – NY 11101 USA: Levenhuk Ltd, 2006–2013. – 34 с.

# **ТРАНСПОРТНЫЕ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ: СТРОИТЕЛЬСТВО, АВТОМАТИЗАЦИЯ, ПРОЕКТИРОВАНИЕ И ЭКСПЛУАТАЦИЯ**

УДК 625.72

Е. С. Анастас, С. И. Булдаков  
УГЛТУ, Екатеринбург  
(E. S. Anastas, S. I. Buldakov)  
(USFEU, Yekaterinburg)

## **ПРИМЕНЕНИЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СИСТЕМ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ДОРОЖНЫХ ПОКРЫТИЙ (APPLICATION OF INTELLIGENT SYSTEMS WHEN DESIGNING ROAD SURFACES)**

*Рассмотрена проблема создания способов оценки технологических решений при устройстве дорожной одежды автомобильных дорог с учетом факторов неопределенности. Проанализирована возможность применения интеллектуальных систем, основанных на нечетком математическом моделировании.*

*The problem of creating methods for assessing technological solutions in the construction of road pavement for highways is considered, taking into account uncertainty factors. The possibility of using intelligent systems based on fuzzy mathematical modeling is analyzed.*

Одной из важнейших проблем в строительстве автомобильных дорог является выбор и обоснование технологических решений, которые основываются на сравнении технических и экономических показателей. Как показывает практика, для выбора промежуточного варианта достаточно сравнения по техническим параметрам, то есть оценки предлагаемых проектов на соответствие требованиям строительных норм [1]. Решение таких задач является чрезвычайно сложным и в первую очередь из-за множества взаимосвязанных параметров, факторов, а также неопределенностей характеристик в задаче, которая значительно усложняется, когда необходимо учесть еще и экономические показатели проектных решений. Но именно в таком виде она и представляет наибольший интерес, так как в практике подобные характеристики зачастую являются важнейшими.

При решении практических задач инженеры неоднократно оказываются в ситуациях, когда объективные и четкие данные отсутствуют ввиду того, что информация, как правило, предоставляется заказчиками или экспертами, имеющими свою точку зрения на конечный результат. Важно отметить, что в некоторых случаях исходные данные предоставляются не в

цифровой форме, а вербально, то есть словесно в виде выражений, например: «в случае А, наступает В, если В, то С». Эти обстоятельства можно отнести к источникам неопределенностей и неточностей в задачах математического моделирования. В этой связи возникает необходимость разработки специальных методов и процедур для формализации и оценки этой нечеткости. Здесь применяются подходы на основе теории нечетких множеств (ТНМ), нечеткой логики, которые составляют основной математический аппарат интеллектуальных систем.

Обращаясь к задаче определения технологических решений по устройству дорожной одежды, кроме большого количества расчетных параметров, автор сталкивается с целым рядом неопределенностей. Именно для такого класса задач используется ряд практических приложений ТНМ. Теория нечетких множеств, основанная на моделировании, используется достаточно широко и практически в любой области современных исследований. Можно указать отдельные примеры в пищевой промышленности [2], медицине, в строительстве зданий и сооружений, а также активно входит в области дорожного строительства [3, 4].

Моделирование позволяет изучить и спрогнозировать поведение параметров в сложных технических процессах, особенно в случаях невозможности непосредственного изучения объекта в реальной жизни, проведения широкомасштабных реальных экспериментов с каким-либо объектом или в силу своей экономической нецелесообразности.

С помощью модели становится проще выявлять наиболее значимые факторы, влияющие на формирование свойств объекта, так как модель отражает главные особенности первоначально изучаемого предмета, анализ и проверка которых необходима при исследованиях того или иного процесса.

Например, при проектировании, строительстве и эксплуатации автомобильной дороги любой категории желательно уметь прогнозировать изменение надежности ее конструктивных элементов и системы в целом для планирования своевременных профилактических и ремонтных работ [5].

Таким образом, можно заметить, что хорошо построенная модель, которая зачастую становится более доступной, информативной и удобной для исследователя в сравнении с реальным объектом становится мощным инструментом решения целого ряда следующих сложных технических задач:

- разработка и исследование интеллектуальной модели в виде адаптивной нейронечеткой продукционной сети;
- определение структуры сети, основанной на правилах с нечетким выводом, а также корректировка лингвистических переменных для всех входных параметров;
- обучение сети и проверка адекватности на основе численных экспериментов по реальным проектам устройства дорожных одежд;

– выявление оптимальных вариантов устройства дорожной одежды, основываясь не только на технических параметрах, но и на экономических показателях.

На основе нечеткого математического моделирования, не применяющего числа в качестве основных элементов, а использующего вместо них лингвистические переменные, например, такие слова, как «далеко», «долго», «дорого» и т. п., представляется возможным создание интеллектуальных систем с учетом фактора неопределённости для использования их области дорожного строительства.

Таким образом, создание способов оценки технологических решений по устройству дорожной одежды автомобильных дорог с учетом факторов неопределенности является важной научно-практической проблемой, но отсутствие разработок по этой теме не позволяет эффективно решать проблему и является препятствием для дальнейшего совершенствования технологий дорожно-строительных работ.

В случае строительства автомобильной дороги при применении интеллектуальных систем, основанных на нечетком математическом моделировании, появится возможность принятия оптимальных решений в отношении устройства дорожной одежды на основании особо значимых технологических параметров, таких как длина захватки  $l$ , стоимость машиносмены  $C$ , стоимость материалов  $M$ , расстояние доставки материалов  $L$ , численность парка машин  $N$ .

Система такого рода позволит уже на предпроектном этапе (на этапе определения концепции) получить представление о ресурсоемкости предстоящего проекта и определить его оптимальные параметры. Как итог, подобная система обеспечит снижение экономических показателей за счет возможности автоматизированного поиска оптимальных решений, на основании которых будет выполняться устройство дорожной одежды.

### *Библиографический список*

1. Булдаков С. И. Проектирование основных элементов автомобильных дорог: учеб. пособие. – Екатеринбург : Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2011. – 295 с.
2. Байченко А. А., Байченко Л. А., Арет В. А. Применение нечеткой логики в управлении предприятием пищевой промышленности // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия «Экономика и экологический менеджмент». – 2014. – № 3. – С. 35–69.
3. Kruchinin I. N., Pobedinsky V. V., Kovalev R. N. Fuzzy simulation of forest road surface parameters // IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science. – 316 (2019). – С. 1–8.
4. Нейронечеткая сеть для оценки технологических решений устройства лесных дорог / В. В. Побединский, С. И. Булдаков, А. В. Берстнев,

Е. С. Анастас // Лесотехнический журнал. – 2020. – Т. 10. – № 3 (39). – С. 95–103.

5. Булдаков С. И. Последовательность выполнения проекта по строительству автомобильных дорог: учеб. пособие. – Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2017. – 176 с.

УДК 656.13

О. М. Астафьева, О. С. Гасилова, Б. А. Сидоров  
(O. M. Astafyeva, O. S. Gasilova, B. A. Sidorov)  
УГЛТУ, Екатеринбург  
(USFEU, Yekaterinburg)

# **РЕАЛИЗАЦИЯ ПРОГРАММЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ДВИЖЕНИЯ В СУБЪЕКТАХ УРФО** (IMPLEMENTATION OF THE PROGRAM TO ENSURE TRAFFIC SAFETY IN THE SUBJECTS OF THE URAL FEDERAL DISTRICT)

*Рассмотрена динамика основных показателей аварийности и смертности на дорогах в Уральском Федеральном округе в рамках реализации Программы обеспечения безопасности дорожного движения.*

*The dynamics of the main indicators of accidents and deaths on roads in the Ural Federal district in the framework of the road safety program is considered.*

Цели повышения уровня безопасности транспортной системы, снижения тяжести последствий дорожно-транспортных происшествий, числа пострадавших и погибших в них обозначены в Транспортной стратегии Российской Федерации на период до 2030 г., утвержденной распоряжением Правительства Российской Федерации от 22 ноября 2008 г. № 1734-р [1].

В России принята и утверждена Федеральная целевая программа «Повышение безопасности дорожного движения в 2013–2020 годах» (далее Программа). Программа рассчитана с 2013 по 2020 годы и разделена на два этапа (1 этап – 2013–2015 гг., 2 этап – 2016–2020 гг.).

Целью Программы является сокращение смертности от дорожно-транспортных происшествий к 2020 году на 8 тыс. человек по сравнению с 2012 годом. Задачами являются: создание системы пропаганды с целью формирования негативного отношения к правонарушениям в сфере дорожного движения; формирование у детей навыков безопасного поведения на дорогах; повышение культуры вождения; развитие современной системы оказания помощи пострадавшим в дорожно-транспортных происшествиях; повышение требований к подготовке водителей на получение

права на управление транспортными средствами и требований к автошколам, осуществляющим такую подготовку [1].

В программе определены направления, способные улучшить ситуацию, связанную с дорожно-транспортной аварийностью в России, при этом по каждому из направлений были разработаны мероприятия.

В состав Уральского федерального округа входят: Курганская, Свердловская, Тюменская и Челябинская области, а также Ханты-Мансийский-Югра и Ямало-Ненецкий автономные округа. Следует отметить, что на территории Уральского федерального округа разработаны и реализуются региональные и муниципальные программы повышения безопасности дорожного движения. Например, Правительством Свердловской области была разработана и утверждена комплексная программа «Повышение безопасности дорожного движения на территории Свердловской области в 2014–2020 гг.» (далее комплексная программа).

Целью комплексной программы является сокращение смертности от дорожно-транспортных происшествий к 2020 г. на 241 человека (28,82 %) по сравнению с 2012 г. [2].

В комплексной программе большое внимание уделено детям как участникам дорожного движения и развитию современной системы оказания помощи пострадавшим в дорожно-транспортных происшествиях.

В таблице приведены сведения о количестве дорожно-транспортных происшествий, числе погибших и раненых в 2016–2018 гг. в Уральском федеральном округе.

Сведения о количестве дорожно-транспортных происшествий  
в 2016–2018 гг. в Уральском федеральном округе

Субъекты Уральского федерального округа	2016 г.			2017 г.			2018 г.		
	ДТП	По- гибло	Ра- нено	ДТП	По- гибло	Ра- нено	ДТП	По- гибло	Ра- нено
Курганская область	1140	198	1387	1074	157	1329	1109	153	1427
Свердловская об- ласть	3506	522	4490	2986	473	3924	2556	410	3321
Тюменская область	2620	228	3561	2509	264	3428	2781	240	3587
Челябинская об- ласть	4579	538	5488	4121	388	5116	4635	370	5921
Ханты-Мансийский автономный округ	2032	244	2749	1717	204	2761	1806	198	2566
Ямало-Ненецкий автономный округ	616	58	787	566	56	729	499	48	607
<b>ВСЕГО:</b>	<b>14493</b>	<b>1788</b>	<b>18462</b>	<b>12973</b>	<b>1542</b>	<b>17287</b>	<b>13386</b>	<b>1419</b>	<b>17429</b>

Как видно из таблицы, количество дорожно-транспортных происшествий (далее – ДТП) в целом по Уральскому федеральному округу снижается относительно 2016 г. В 2016 г. смертность от ДТП составила 1788 человек, в 2017 г. – 1542 человека, в 2018 г. – на 369 человек меньше по сравнению с 2016 годом. Количество раненых в 2017 и 2018 гг. уменьшилось на 1175 и 1033 соответственно. Основная доля ДТП зафиксирована в Челябинской области, на втором месте – Свердловская область.

Анализ таблицы показал, что в Курганской, Свердловской и Челябинской областях наблюдается снижение количества ДТП и число погибших, но в 2018 году наблюдается возрастание числа раненых по сравнению с 2016 г.

В Ханты-Мансийском автономном округе наблюдается снижение числа погибших и раненых при снижении в 2017 г. количества ДТП на 315 и увеличении в 2018 г. количества ДТП относительно 2017 г.

В Тюменской области произошло в 2017 г. снижение количества ДТП, а в 2018 г. возрастание относительно 2016 г. и 2017 г. Число погибших в результате ДТП в 2017 г. возросло на 36 человек, в 2018 – 12 человек. В 2017 г. число раненых в результате ДТП меньше на 133 человека, в 2018 г. больше, чем в 2016 г. и 2017 г. на 26 и 159 человек соответственно.

Следует отметить, что стабильно снижаются основные показатели аварийности и смертности на дорогах: количество дорожно-транспортных происшествий, число погибших и раненых в Ямало-Ненецком автономном округе. Так, количество дорожно-транспортных происшествий снизилось с 616 в 2016 г. до 499 в 2018 г., число погибших – на 10 человек, а число раненых – на 180 человек.

Контроль за исполнением органами исполнительной власти субъектов Российской Федерации, находящихся в пределах Уральского федерального округа, и органами местного самоуправления действующего законодательства и решений Президента Российской Федерации по вопросам обеспечения безопасности дорожного движения осуществляется постоянно.

Полномочный представитель Президента Российской Федерации по Уральскому федеральному округу проводит заседания Коллегии по безопасности с участием глав субъектов Российской Федерации, руководителей органов прокуратуры, правоохранительных структур.

По сообщению пресс-службы Полномочного представителя Президента Российской Федерации по Уральскому федеральному округу по результатам проверки контрольным департаментом в субъектах Российской Федерации в целях устранения выявленных нарушений приняты и утверждены 15 региональных нормативных правовых актов.

Например, законом Ямало-Ненецкого автономного округа от 29 апреля 2016 г. № 24-ЗА «О перечне источников формирования дорожного фонда» дополнен денежными взысканиями за нарушение законодательства о безопасности дорожного движения, а также правил перевозки крупногаба-



ритных и тяжеловесных грузов. Указанные изменения позволили увеличить объем доходов дорожного фонда на 110 млн рублей.

В Курганской области в 2017 г. подготовлены две авиамедицинские бригады областного центра медицины катастроф, которыми эвакуировано 170 пациентов. Завершено создание сети из семи трассовых медицинских пунктов, которыми за год оказана помощь 87 пострадавшим в ДТП.

В Тюменской области в 2016 г. проведено обновление парка автомобилей скорой медицинской помощи, в результате чего была увеличена доля своевременного прибытия бригад к месту ДТП.

### *Библиографический список*

1. Постановление Правительства РФ от 3 октября 2013 г. № 864 «О федеральной целевой программе «Повышение безопасности дорожного движения в 2013–2020 годах».

2. Постановление Правительства Свердловской области №1362-ПП от 07.10.2011 г. об утверждении комплексной программы «Повышение безопасности дорожного движения на территории Свердловской области в 2014–2020 годах».

УДК 69.002.5

Р. А. Ахатова, В. В. Данилов, С. И. Булдаков  
(R. A. Akhatova, V. V. Danilov, S. I. Buldakov)  
УГЛТУ, Екатеринбург  
(USFEU, Yekaterinburg)

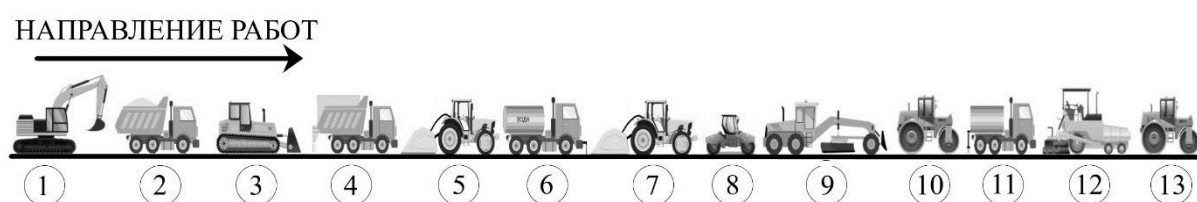
## **ОПТИМАЛЬНЫЙ ПОДБОР ТЕХНИКИ ДЛЯ УКРЕПЛЕНИЯ ПЕСЧАНЫХ ГРУНТОВ ПОРТЛАНДЦЕМЕНТОМ (OPTIMAL SELECTION OF EQUIPMENT FOR STRENGTHENING SANDY SOILS WITH PORTLAND CEMENT)**

*Применение цементогрунта в основаниях дорожных одежд вместо привозных каменных материалов набирает популярность. Эта технология позволяет уменьшить стоимость и ускорить темпы строительства, а также создать конструкцию дорожных одежд, гарантирующую долговечность и прочность покрытия. Для качественного выполнения работ необходимо подобрать машины, оптимальные по технико-экономическим показателям.*

*The article presents the gaining popularity technology of using cement in the foundations of road clothes instead of imported stone materials. This technology affords to reduce the cost and speed up the pace of construction, as well as create a road surface design that guarantees the durability and strength of*

*the coating. For high-quality performance of work, it is necessary to select equipment being optimal in terms of technical and economic indicators.*

Прочные каменные материалы, пригодные для дорожного строительства, неравномерно распределены по территории России. По этой причине строители все чаще прибегают к технологии укрепленных грунтов, так как данная технология позволяет использовать в нижних слоях асфальтобетонного покрытия почти любые виды материалов, в том числе малопрочные, что в свою очередь приводит к снижению затрат на строительство автомобильной дороги за счет экономии на транспортировке строительных материалов (рисунок).



Последовательность выполнения работ по укреплению песчаных грунтов:

- 1 – погрузка песка в автосамосвалы из притрассового резерва экскаваторами;
- 2 – транспортировка песка на участок строительства; 3 – разравнивание грунта бульдозерами; 4 – распределение вяжущего цементораспределителем; 5 – перемешивание песка и портландцемента прицепным ресайклером; 6 – увлажнение смеси до оптимальной влажности; 7 – повторное перемешивание увлажненной смеси; 8 – прикатка цементогрунта легкими гладковальцовыми катками; 9 – профилирование автогрейдером;
- 10 – окончательное уплотнение тяжелыми гладковальцовыми катками;
- 11 – поверхностная обработка битумной эмульсией; 12 – укладка асфальтобетона;
- 13 – уплотнение асфальтобетона гладковальцовыми катками

Устройство дорожной одежды из укрепленных местных грунтов методом смешения с вяжущими на месте производится специализированным строительным потоком (бригадой), состоящем из звеньев, выполняющих определённые виды операций [1]. В зависимости от объемов работ и производительности техники назначают количество отрядов, в состав которых входят следующие машины.

**Экскаватор.** В зависимости от объема кузова самосвала выбирают объем ковша экскаватора, который должен быть равной  $\frac{1}{4}$  или  $\frac{1}{8}$  от объема вместимости транспортировочной техники. Ориентируясь на объем ковша и на высоты выгрузки материала, которая должна быть больше высоты загрузки автосамосвала, выбирают экскаватор, снабженный обратной лопатой.

Наиболее часто на стройке можно встретить экскаваторы производства «Volvo» (Швеция), «Hitachi» (Япония), «Terex» (Россия, США), «JCB» (Великобритания), «Komatsu» (Япония), «UMG» (Россия), «КРАНЕКС» (Россия) и др.

**Автосамосвал.** При выборе автосамосвала основной характеристикой является его грузоподъемность.

В России наиболее популярными являются автосамосвалы КАМАЗ (ПАО «КАМАЗ», Россия), МАЗ (ОАО «МАЗ», Россия), «Scania», «Scania AB», (Швеция). Так же себя хорошо показали в работе автосамосвалы «Volvo» (Швеция), «MAN» (Германия), «Mercedes-Benz» (Германия) и пр.

**Бульдозер.** Один из важнейших показателей при выборе бульдозера – это часовая производительность, которая зависит от емкости отвала и скорости движения при рабочем и нерабочем ходе. Емкость и вид отвала выбирается зависит от вида грунта. Так как песок является рыхлым материалом и у него небольшая плотность, для работ по перемещению песка следует выбирать бульдозер с прямым отвалом наибольшего объема.

Ведущими производителями бульдозеров в Российской Федерации являются «Промтрактор» (ЧЕТРА), «ЧТЗ-Уралтрак» и «ДСТ-Урал». Зарубежные производители бульдозеров часто используемые при строительстве автомобильных дорог: «Caterpillar» (США), «Komatsu» (Япония), «Liebherr» (Германия), «John Deere» (США).

**Распределитель вяжущего (распределитель цемента, цементораспределитель).** Основные показатели распределителей цемента: норма дозирования и распределения и ширина распределения. Ширину цементораспределительной машины следует выбирать, ориентируясь на ширину грунтосмесителя, в комплексе с которым ведутся дорожно-строительные работы.

В России распределители вяжущего изготавливают ГК «Ресурс», ООО «Техлайн», ООО «Промагротехника» и некоторые другие заводы. Из иностранных производителей наиболее известны «Wirtgen» (бренд Streumaster), «BOMAG», «Rabaud», «LeeBoy», «Stehr», «TekFalt», «Comap» и другие.

**Ресайклер.** Для производства работ по укреплению песчаных грунтов следует выбрать навесные стабилизаторы или прицепные ресайклеры. Такой тип механизма позволит остаться перемешанному грунту в рыхлом состоянии до внесения в него вяжущего компонента, не утрамбовывая лишний раз колесами техники. Глубина рыхления ресайклера должна быть достаточной для перемешивания грунта необходимой толщины за 1 проход.

Для оптимизации процесса по укреплению грунтов можно выбрать ресайклер, оборудованный системой подачи воды или битумной эмульсии (при необходимости). Это позволит сократить сроки производства работ, за счет исключения повторного перемешивания увлажненного грунта.

Иностранные производители навесных/прицепных ресайклеров Wirtgen (Германия) и Rabaud (Франция).

**Поливомоечная машина.** Одним из ключевых рабочих показателей при выборе поливальных автомобилей являются эксплуатационные возможности цистерны. Традиционная машина такого типа предусматривает

лишь наличие цистерны нужного объема и рабочих элементов, обеспечивающих орошение водой под небольшим напором для обеспечения точного дозирования.

В строительстве используются поливомоечные машины производства КОРМЗ, СААЗ АМО ЗИЛ ЗАО. Одну из крупнейших поливомоечных машин изготавливает Арзамасский завод КОММАШ. Из зарубежных производителей можно встретить Чешских завод КОВИТ s . r . o .

**Авторейдер.** Главной характеристикой автогрейдера является тяга на отвале, которая напрямую зависит от массы на ведущих колесах и коэффициента сцепления с грунтом, поэтому при выборе грейдера также следует обратить внимание и на развесовку по осям: чем больше массы на ведущие колеса, тем больше тяга на отвале. Массу автогрейдера выбираем в зависимости от плотности рабочего материала (песка). Чем плотнее, тем больше необходима масса грейдера. Для работы с песком достаточно будет выбрать легкий автогрейдер массой до 9 т.

Из российских производителей популярность получили такие бренды, как ЗДМ (Завод Дорожных Машин), ООО «Машиностроитель», ОАО «Брянский Арсенал». Из импортных – на слуху «Caterpillar», «New Holland», «Volvo», «Mitsuber». Наиболее известные в мире производители автогрейдеров: «Caterpillar», «Terex» и «New Holland» (США), «Volvo» (Швеция). В последние годы на рынке автогрейдеров утвердились китайские фирмы XCMG и LiuGong.

**Автогудронатор.** Особое внимание надо уделить выбору типа подогрева битумной эмульсии. Прямой тип подогрева, когда теплоноситель выполнен в виде жаровой трубы, обеспечит нужный уровень вязкости на протяжении всей работы гудронатора. Вместимость автогудронатора выбирают в зависимости от объема работ.

Основные производители автогудронаторов и расходных материалов к ним в России это ЗАО «Коминвест-АКМТ», ОАО Кургандормаш, ЗАО Тверской экспериментальный ремонтно-механический завод, ЗАО Бецема. Иностранные машины практически не представлены в этом сегменте российского рынка, за исключением поставки отдельных деталей для автогудронаторов отечественного производства.

**Асфальтоукладчик.** Выбирая асфальтоукладчик, необходимо обратить внимание на вид ходового устройства. Для большого объема работ следует выбрать асфальтоукладчик на гусеничном ходу. Такая техника устойчива и стабильна. Ширина рабочего органа должна быть равной ширине дорожного полотна, которую предстоит уложить. Бункер должен быть оптимальной грузоподъемности (10–13 т). Винтовой шнек имеет функцию удлинения и вертикальной регулировки.

Из отечественных производителей асфальтоукладчиков остались всего два – «Брянский Арсенал» и «Ирмаш». Зарубежные машины торговых

марок «Caterpillar», «Changlin», «Dynapac», «Sakai», «Vogele», «Volvo» замещают их на рынке.

**Каток.** Для уплотнения песков выбирают гладковальцевые вибрационные катки. Под воздействием вибрации частицы песка приходят в колебательное движение, разъединяются, что уменьшает силу трения и сцепления между ними, благодаря чему облегчается процесс уплотнения. Для прикатки грунта необходимо выбрать средние катки (6–8 т). Для окончательного уплотнения песка используют тяжелые катки массой от 12 т.

Для уплотнения верхнего слоя покрытия из асфальтобетонных смесей типов А, Б, В, имеющих коэффициент уплотнения после прохода асфальтоукладчика 0,9–0,94, следует в отряд катков включать вибрационные катки массой 6–8 т, либо катки на пневматических шинах массой 16 т, либо гладковальцевые катки массой 10–13 т. Во всех случаях обязательно наличие в отряде катка гладковальцевого трехосного массой 11–18 т [2].

Преобладающими производителями дорожно-строительных катков являются: «Bomag», «Hamm», «IR-ABG» (ФРГ), «Dynapac» (Швеция), «Ammann» (Швейцария), «JCB-Vibromax» (Великобритания), «Stavostroy» (Словакия) и другие. Ведущими производителями грунтоуплотняющих катков на территории Российской Федерации являются ЗАО «Раскат», ОАО «Уралтрак».

Подбор современной высокоэффективной техники сокращает сроки строительства и благоприятно влияет на качество выполненных работ.

Импортные машины и механизмы, отвечающие современным требованиям за счет наличия цифрового программного оборудования, позволяют точно дозировать вяжущие и добавки, а также качественно перемешивают и укладывают полученный грунт. Существует необходимость в комплексах дорожно-строительной техники отечественного производителя, не уступающих по техническим характеристикам комплексам зарубежных производителей [3].

### *Библиографический список*

1. Булдаков С. И. Последовательность выполнения проекта по строительству автомобильных дорог: учеб. пособие. – Екатеринбург : Урал. гос. лесотехн. ун-т., 2017. – 64 с.
2. Методические рекомендации по укладке и уплотнению асфальтобетонных смесей различного типа при использовании высокопроизводительных асфальтоукладчиков и катков. – М., 1984. – С. 5.
3. Орлов М. С., Булдаков С. И. Проблемы применения укрепления и стабилизации грунтов в дорожном строительстве // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России : мат. XVI Всерос. науч.-техн. конф. студентов и аспирантов : посвящается 90-летию Уральского госу-

дарственного лесотехнического университета (УЛТИ УГЛТА УГЛТУ). – Екатеринбург : Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2020. – С. 241–242.

УДК. 629.3.02-83-843

Е. Е. Багров, В. О. Смирнов, Н. С. Исламов,  
Д. О. Чернышев, М. А. Крюкова  
(E. E. Bagrov, V. O. Smirnov, N. S. Islamov,  
D. O. Chernyshev, M. A. Krukova)  
УГЛТУ, Екатеринбург  
(USFEU, Yekaterinburg)

# **ПРЕИМУЩЕСТВО ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ ПОДВЕСКИ НАД ПРУЖИННОЙ** (THE ADVANTAGE OF ELECTROMAGNETIC SUSPENSION OVER COIL SUSPENSION)

*Объектом исследования является электромагнитная подвеска, рассмотрены преимущества и недостатки подвески. В работе была поставлена цель ответить на вопрос: когда электромагнитная подвеска будет пользоваться большим спросом, чем пружинная? Были рассмотрены достоинства и недостатки электромагнитной подвески над пружинной. Также в статье проводится анализ достоинств и недостатков электромагнитной подвески над пружинной.*

*The article analyzes the advantages and disadvantages of the electromagnetic suspension over the coil suspension. The object of research is an electromagnetic suspension, its advantages and disadvantages. The goal was to answer the question, when the electromagnetic suspension will be in greater demand than the coil suspension?*

Подвеска автомобиля – один из базовых конструктивных элементов, обеспечивающих возможность комфортного и безопасного движения. На современных автомобилях можно встретить различные конструкции передних и задних подвесок, отличающихся по наличию определённых элементов и строению. Однако, в подавляющем большинстве случаев, их можно сравнить между собой. В этой статье мы рассмотрели отдельные виды автомобильных подвесок, которые предусматривают использование электромагнитов.

Идея создания подвески с применением магнита появилась давно, её пытались реализовать различные инженеры и производители. Замысел прост: достаточно установить несколько магнитов, способных выдерживать большую статическую и динамическую нагрузку [1]. За счет того, что одноимённо заряженные поля отталкиваются друг от друга, возможно

обеспечить работу подвески без использования большого количества вспомогательных элементов [2].

Уникальность электромагнитной подвески состоит в том, что она работает безотказно и имеет очень высокий уровень безопасности. В случае прекращения подачи электроэнергии в систему подвески, она способна переключиться в механический режим работы посредством системы электромагнитов [3]. Другими словами, становится обычной механической подвеской. При всём этом электромагнитные подвески очень экономичны с точки зрения потребления энергии. Такая экономичность обусловлена тем, что во время обратного движения электромагнитов происходит подзарядка аккумуляторов для электродвигателей, установленных на места штатных амортизаторов [1], как представлено на рис. 1.

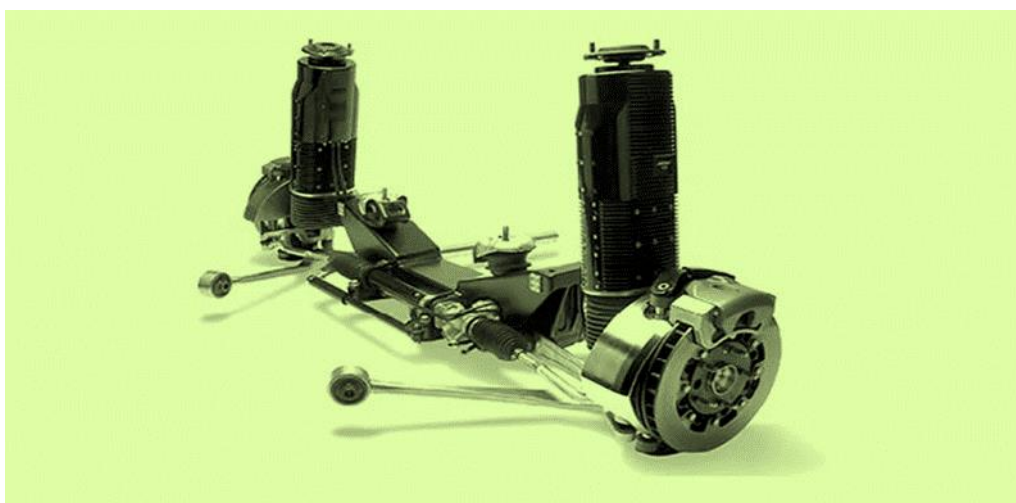


Рис. 1. Техническое устройство агрегатов электромагнитной подвески «Bose»

Первыми из тех, кто решил воплотить электромагнитную подвеску, стала компания «Bose», которая известна своей акустикой, в том числе автомобильной. В 2004 г. была придумана электромагнитная подвеска инженерами этой компании [1]. В подробности строения мы не будем вдаваться, но зато можем оценить работу системы на рис. 2.

Преимущества электромагнитной подвески: назначение электромагнитной подвески схоже с пружинной, хотя их технические решения имеют различное устройство. Однако преимущество электромагнитной подвески ощущается после считанных метров езды, особенно если речь идет о российских дорогах, где, как ни странно, лучше всего проверить комфортность подвески и автомобиля в целом. Первое, что мы можем заметить в ходе испытаний, если верить источникам, – плавность хода автомобиля и самое важное – отсутствие влияния на устойчивость и управляемость автомобилем. Если обратить внимание на два таких взаимоисключающих фактора, как контроль за поведением авто и комфорт пассажира и водителя, то в автомобиле, оборудованном электромагнитной подвеской, эти

характеристики будут выше. В данной конструкции гармонирует хорошая управляемость и устойчивость к кренам и комфорт для пассажиров автомобиля. Также нельзя не упомянуть про высокую скорость реакции на меняющийся рельеф дорожного полотна или режим езды [4].



Рис. 2. Работа пружинной и электромагнитной подвески на неровности

Важно упомянуть и про недостатки. Основными недостатками электромагнитной подвески являются: цена (примерно 250–300 тыс. руб. на 16.10.2020 г.) и отсутствие серийного производства из-за низкого уровня спроса (возможно от высокой цены), что обусловлено штучным производством. Эксперты утверждают, что новые технологии производства или внедрение более дешевых, но не менее эффективных материалов для изготовления подвески могут способствовать снижению стоимости. Так из одного недостатка вытекает другой, что в совокупности приводит к невысокому спросу.

Электромагнитная подвеска более долговечна, и с ней нет необходимости так же часто посещать станции техобслуживания, как с пружинной. [3].

В связи с недостаточностью технического прогресса в области электромагнитных подвесок, из-за малого объема программного обеспечения трудно сказать, сколько автомобили проходят без ремонта. Поэтому их трудно пока считать пригодными для длительных поездок, особенно с учетом отсутствия станций ремонта. И это еще одна из задач для неприменения электромагнитной подвески, хотя по экспертным оценкам данная подвеска более долговечная. Средний срок службы электромагнитной подвески 120–150 тыс. км в отличие от пружинной 50–80 тыс. км.

Технические характеристики электромобилей с каждым годом продолжают улучшаться, что в конечном итоге приведет к популяризации [1].

Сложно точно ответить на вопрос, когда электромагнитная подвеска вытеснит классическую пружинную? Но не заметить технологичность и комфорт невозможно. Если учесть тот факт, что автоиндустрия с каждым годом предлагает всё более технологичные и энергоэффективные решения,



а технический прорыв в области автомобильных подвесок имеет место, то вполне возможно, что в скором будущем мы будем эксплуатировать данные виды подвесок.

### *Библиографический список*

1. Электромагнитная подвеска. Преимущества и недостатки. – URL: <https://autoburum.com/blog/550-elektromagnitnaja-podveskapreimushhestva-i-nedostatki> (дата обращения: 14.10.2020).
2. Магнитное поле. – URL: [https://ru.m.wikipedia.org/wiki\\_](https://ru.m.wikipedia.org/wiki_) (дата обращения: 14.10.2020).
3. Магнитная подвеска: преимущество и недостатки, виды магнитных подвесок. – URL: <https://promercedes.ru/remont/podveska/magnitnayapodveska> (дата обращения: 14.10.2020).
4. Avtovybor. Зачем автолюбители устанавливают магнитную подвеску, и что она дает? – URL: <https://zen.yandex.ru/media/avtovybor/zachem-avtoliubiteli-ustanavlivaiut-magnitnuiu-podvesku-i-chto-ona-daet-5cf940d1051e5a00aef8ad8f> (дата обращения: 13.10.2020).

УДК 625.066

Е. Ю. Байдалина, С. И. Булдаков  
(Е. Y. Baidalina, S. I. Buldakov)  
УГЛТУ, Екатеринбург  
(USFEU, Yekaterinburg)

### **ОСОБЕННОСТИ ПОРИСТО-МАСТИЧНОГО АСФАЛЬТОБЕТОНА (PECULIARITIES OF OPEN-GRADED MASTIC ASPHALT CONCRETE)**

*Рассмотрены свойства и особенности пористо-мастичного асфальтобетона с целью применения его при строительстве и ремонте автомобильных дорог.*

*The article dwells upon properties and peculiarities of open-graded asphalt concrete used for the purpose of roads construction and repair.*

Для увеличения срока службы покрытий в современных условиях был разработан новый вид асфальтобетона – пористо-мастичный асфальтобетон (ПМА), это оптимизация свойств литых, щебеночно-мастичных и дренирующих асфальтов, которая позволила использовать их лучшие свойства:

– герметичность нижней части слоя от проникания влаги в нижние слои дорожной одежды, остаточная пористость близкая к 0 % (свойства литого а/б);

– отсутствие в технологии процесса уплотнения; используют только один гладковальцовый каток массой около 3,8 т без вибрации для ранжирования смеси, чтобы заглазить продольные бороздки от укладчика и выровнять крупные фракции щебня на поверхности (свойства литого а/б);

– большое количество щебня (содержание щебня 65–75 %), образующий жёсткий каркас (свойства ЩМА); мелкозернистая мастика (битум 6,5–7 %, минеральный порошок 15–20 % и мелкий песок 10–20 %) покрывает зерна щебня и опускается в процессе укладки в нижнюю часть слоя [1];

– остаточная пористость вблизи от поверхности слоя составляет 15 %, уменьшается шум и количество воды на поверхности покрытия, увеличивается безопасность движения (свойства дренажного а/б), среднее значение пористости составляет 3–7 % от массы;

– возможность укладки при минусовых температурах.

При подборе состава смеси пористо-мастичного асфальтобетона стоит задача улучшить качество: прочность, водонепроницаемость, самоуплотнение, повысить сцепные качества, при этом добиться снижения уровня шума, стабильности под нагрузками.

Пористо-мастичная асфальтобетонная смесь в строительстве автомобильных дорог должна отвечать следующим требованиям.

#### Требования к пористо-мастичной смеси

Наименование	Ед. изм	Показатели
Пористость минеральной части	% (от объема)	< 20
Остаточная пористость	% (от объема)	< 10
Фактическая пористость	% (от объема)	5 - 9
Предел прочности при растяжении при 0 °С	МПа	2,5
Предел прочности при сжатии при 50 °С	МПа	1
стекание смеси при 200 °С	%	< 30
Глубина пенетрации штампа при 40 °С после 30 мин. воздействия нагрузки	мм	< 3
Увеличение глубины пенетрации штампа при 40°С после следующих 30 мин. воздействия нагрузки	мм	< 0,3

Разработанный и применяемый в Германии пористо-мастичный асфальтобетон характеризуется:

- исключительной стабильностью под нагрузкой;
- хорошим сцеплением колеса автомобиля с покрытием;

- возможностью транспортирования и укладки с применением традиционных машин и оборудования;

- использованием катков (легких) не для уплотнения, а для ранжирования частиц по поверхности.

Процесс укладки ПМА по сравнению с обычной асфальтобетонной смесью менее трудозатратный и экономически выгодный.

Меньшие температуры окружающей среды при укладке смеси, устранение колеяности без фрезерования старого покрытия. Однородность уплотнения асфальтобетонной смеси по краям устраиваемого покрытия и в зоне смотровых люков и бордюров.

Особенности укладки пористо-мастичной асфальтобетонной смеси [2]:

- укладывается обычными асфальтоукладчиками и обычными самосвалами;

- подгрунтовка при устройстве покрытия должна быть выполнена быстросраспадающейся катионной эмульсией с расходом 0,2–0,3 л/м<sup>2</sup>; при устройстве тонких слоев износа, особенно при пониженных температурах воздуха – полимербитумной эмульсией;

- виброплита асфальтоукладчика должна быть отключена; трамбуемый брус использован на 20–30 %;

- легкие катки (2–3 т) без вибрации применяют не для уплотнения, а для ранжирования поверхности (выравнивания поверхности), которое достигается за 1–2 прохода по следу;

- возможность укладки слоя толщиной 2 см;

- открытие движения при температуре покрытия <60 °С.

В настоящее время товариществом с ограниченной ответственностью «ЮнидАс Групп» разработаны «Рекомендации по приготовлению и применению пористо-мастичных асфальтобетонных смесей при строительстве и ремонте автомобильных дорог» Р РК 218-2017, утвержденные Приказом Председателя Комитета автомобильных дорог Министерства по инвестициям и развитию Республики Казахстан от 4 мая 2017 года № 57. В 2018 году АО «Татавтодор» разработал СТО для данных смесей.

Практическая значимость применения ПМА заключается в возможности сокращения толщины верхних слоев покрытия автомобильных дорог, которые не требуют дополнительного дооборудования на существующих асфальтобетонных заводах для производства асфальтобетонной смеси и специальных и дополнительных дорожных машин для строительства и ремонта покрытий дорог.

### *Библиографический список*

1. Худоконенко А. А., Чернов С. А. Пористо-мастичные асфальтобетонные смеси и опыт их применения // Вестник МГСУ. – 2017. – Т. 12. – Вып. 11 (110). – С. 1284–1288.

2. Патент РФ № 2018112951, 09.04.2018. Способ укладки пористо-мастичного асфальтобетона / С. И. Булдаков, А. И. Распутин, Е. В. Моор [и др.] // Патент России № 2269312. 2019. – Бюл. № 20.

УДК 625.852

Д. Е. Бахирев, С. А. Чудинов  
(D. E. Bakhirev, S. A. Chudinov )  
УГЛТУ, Екатеринбург  
(USFEU, Yekaterinburg)

# **ПРИМЕНЕНИЕ ЦВЕТНЫХ АСФАЛЬТОБЕТОННЫХ СМЕСЕЙ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ** (APPLICATION OF COLOURED ASPHALT CONCRETE MIXTURES IN ROAD CONSTRUCTION)

*Рассмотрены способы разработки и подбора составов, область применения цветных асфальтобетонных смесей в строительстве автомобильных дорог. Представлены способы получения цветного асфальтобетона.*

*The article considers methods of development and selection of compositions, as well as the application area of coloured asphalt concrete mixtures in the highway construction. There are also methods of producing coloured asphalt concrete presented.*

Цветная асфальтобетонная смесь – это рационально подобранная смесь минерального заполнителя: щебня, песка, минерального порошка; вяжущего материала: осветленного или прозрачного битума; и окрашиваемой добавки – пигмента.

Цвет асфальтобетонной смеси может варьироваться от белого до темно-зеленого и определяется выбранной технологией и материалами (рис. 1) [1, 2].



Рис. 1. Пример устройства покрытия дорожной одежды из цветного асфальтобетона

Существующие способы получения цветного асфальтобетона представлены в таблице.

Способы получения цветного асфальтобетона

Способ получения	Вязущее	Минеральные материалы	Минеральный порошок	Пигмент	Цветовая гамма
добавление цветных пигментов в асфальтобетонную смесь	битум нефтяной дорожный	светлые минеральные материалы фракции 0–5 мм		окись железа, двуокись титана, окись хрома	красный
смешение стандартного битума с цветным щебеночным материалом или цветного щебеночного материала с полупрозрачным вяжущим	смесь полиэфирной смолы и минерального терпентина или петрола	белые мраморные или известняковые высевки фракции 0-5 мм	мраморный или известняковый минеральный порошок,	железооксидная красная или желтая краски, берлинская лазурь, цинковые белила, литопон,	красный, желтый, розовый, голубой
	полимерные синтетические вяжущие, канифоль, битумы из светлых сортов нефти	цветной щебень фракции 5-7 мм, песок из мрамора, гранита, клинкерных материалов, известняка		цинковые белила, окись хрома, сурик свинцовый, сурик железный, крон желтый светостойчивый, крон оранжевый	красный, оранжевый, желтый, зеленый, голубой, синий, фиолетовый и их оттенки
	полиэтилен и полиизобутилен				
распределение окрашенным материалов на поверхность асфальта во время его укладки	полиуретаны	кварц, базальт или цветной песчаник, фракции 3-8 мм	—	—	цвет минеральных материалов

Как показывают представленные данные, существенных отличий в технологии приготовления цветной асфальтобетонной смеси от традиционной смеси серого цвета нет.

Самым распространенным является способ приготовления цветной асфальтобетонной смеси, при котором во время приготовления в смесь добавляется пигмент [3]. Однако использование естественного битума для приготовления цветных асфальтобетонов приводит к ограниченности цветовой гаммы. Кроме того, такая смесь из-за высокой стоимости оксида железа становится весьма дорогостоящей. Для усиления действия пигментов при подборе состава асфальтобетонной смеси устанавливают минимальное содержание битума, чтобы пленки вяжущего на минеральных частицах не придавали темного цвета смеси.

Цветовые свойства асфальтобетонной смеси напрямую зависят и от используемых минеральных материалов. Каменные материалы должны иметь по возможности яркие цвета и соответствующий гранулометрический состав (рис. 2) [4].



Рис. 2. Пример каменных материалов ярких цветов, используемых для приготовления цветных асфальтобетонных смесей

Цветовое покрытие для улично-дорожной сети, транспортно-пешеходных зон, велосипедных дорожек приобретает широкое распространение при дорожном строительстве, поскольку оно способствует водителям и пешеходам лучше обращать внимание и ориентироваться среди интенсивного транспортного потока в городских условиях и снижать аварийность. Таким образом, цветное решение для дорожного покрытия выполняет эстетическую функцию и повышает безопасность дорожного движения.

#### *Библиографический список*

1. Чудинов С. А., Булдаков С. И. Способы получения цветного асфальтобетона // Научное творчество молодежи – лесному комплексу

России: мат. V Всерос. науч.-техн. конф. – Екатеринбург : Урал. гос. лесотехн. ун-т., 2009. – Ч. 2. – 326 с.

2. Чупров Е. Е., Чудинов С. А. Применение цветного асфальтобетона в дорожном строительстве // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России: мат. XV Всерос. науч.-техн. конф. – Екатеринбург : Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2019. – С.241-243.

3. Яргин Д. М., Чудинов С. А. Применение цветного асфальтобетона в дорожном строительстве // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России : матер. XVI Всерос. науч.-техн. конф. – Екатеринбург : Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2020. – С. 259–261.

4. Asphalt fur Deckschichten / Via focus. – Technische Informationen der Eurovia. : 7/2003. – 6 s.

УДК: 630\*323.4

Н. А. Белоногова, Н. А. Вохмянин, М. В. Тарабан  
(N. A. Belonogova, N. A. Vohmianin, M. V. Taraban)  
СПбГЛТУ, Санкт-Петербург  
(SPbSFTU, Saint-Petersburg)

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ УПЛОТНЁННОЙ ДРЕВЕСИНЫ В ДОМОСТРОЕНИИ И ИНЫХ ХОЗЯЙСТВЕННЫХ ОБЛАСТЯХ (THE USE OF COMPACTED WOOD IN HOUSING CONSTRUCTION AND OTHER ECONOMIC AREAS)**

*Одним из перспективных направлений в решении жилищной проблемы является малоэтажное пригородное деревянное домостроение, которое становится достаточно популярным и востребованным, особенно в обеспеченных лесом регионах страны.*

*One of the promising areas in solving the housing problem is low-rise suburban wooden housing construction, which is becoming quite popular and in demand, especially in forest-provided regions of the country.*

Проблема жилья в России до сих пор остается острой и насущной, причем это касается как объемов жилищного строительства и его качества, так и его стоимости. Сегодня, по оценкам экспертов, более 30 % возводимого малоэтажного жилья приходится на долю деревянных домов.

В последние годы на различных уровнях широко обсуждается развитие индустриального домостроительства; появляется все больше предприятий и фирм, занимающихся производством и строительством сборных каркасно-щитовых, модульных, бревенчатых и т.п. домов. А это значит – предстоит решать вопрос привлечения в эту сферу значительных инвестиций. Очевидно, что инвестиции могут быть привлечены лишь в том случае, если

станет понятна перспективность подобного бизнеса во всех аспектах, в том числе в области технологий. Разработка и использование прогрессивных технологий являются неперенными условиями успешного развития экономики, и деревянное домостроение не является исключением [1].

На наш взгляд, факторами, обеспечивающими существенное снижение себестоимости деревянного домостроения, являются:

- применение индустриальных методов производства, при которых все детали и узлы дома изготавливаются в заводских условиях;

- возможность и целесообразность использования низкосортного сырья и древесины мягких лиственных пород, прежде всего древесины осины.

В настоящее время осина используется крайне редко. При освоении 60–80-летних осиновых древостоев выход древесины обычно составляет 10–20 %, что делает ее переработку нерентабельной. Однако деревья в возрасте 30–40 лет, имеющие средний диаметр ствола 15–19 см, при средней высоте 16–20 м являются по размерным характеристикам приемлемой заменой хвойному тонкомеру.

В заводских условиях можно добиться существенного улучшения повышения эксплуатационных характеристик древесины осины за счет, например, уплотнения. Следует добавить, что уплотнение древесины является безотходной технологией. При этом процесс уплотнения одновременно обеспечивает и формирование поперечных (а при необходимости и продольных) профилей детали.

Наиболее перспективным способом уплотнения древесины применительно к изготовлению строительных деталей является одноосное прессование. Для процесса используется стандартное прессовое оборудование и несложные многопозиционные прессформы.

Недостатком одноосного прессования на стандартном оборудовании является относительно малая длина получаемых изделий, которая ограничивается габаритами плит пресса. Однако полученные детали могут быть собраны в стеновые конструкции по принципу кирпичной кладки, отдельные «кирпичи» которой удерживаются от смещения за счет соединительных элементов (например, пазов и гребней), образованных в процессе прессования [2].

В заводских условиях возможно получение и клеевых изделий из уплотненной древесины, прочность соединения которых на основе современных клеев удовлетворяет требованиям к клееным конструкциям, используемых в деревянном домостроении, что установлено рядом исследований, проведенных в стенах СПбГЛТУ им. С. М. Кирова.

Следует обратить внимание на тот факт, что уплотненная древесина под воздействием влаги (в том числе атмосферной) в той или иной степени стремится восстановить первоначальную форму. Для предотвращения этого явления применяются различные виды гидрофобной обработки готовой продукции, выбор которых зависит от назначения и условий их эксплуата-



ции. Пропитка натуральной древесины перед уплотнением антисептиками и антипиренами предотвращает поражение ее грибами и насекомыми, повышает температуру возгорания.

К сказанному добавим, что в СПбГЛТУ им. С. М. Кирова достаточно полно исследована технология получения прессованной древесины с ее предварительным нагревом. По этой технологии, в частности, была изготовлена партия штучного паркета из осины. Практика эксплуатации паркетного пола из уплотненной осины на протяжении более чем тридцати лет показала, что паркетный пол из осины при значительных нагрузках работает не хуже паркета из древесины дуба, уложенного в том же помещении.

Не менее интересна разработанная и апробированная технология склеивания щитового паркета с одновременным уплотнением осиновых планок лицевого покрытия. Указанная технология позволяет не только использовать прессованную древесину в виде планок лицевого покрытия, но и решить задачу их надежного склеивания с подложкой при одновременном повышении производительности пресса в целом за счет совмещения операций склеивания и уплотнения.

Достаточно хорошо разработаны также технологии производства облицовочной плиты с тисненым рисунком на лицевой поверхности (фанерованная и нефанерованная), облицовочной плитки гладкой (кафель «деревянный»), декоративных настенных панелей, деталей мебели (мебельный погонаж), накладные декоративные элементы, черновые мебельные заготовки, столешницы и др.)

Использование уплотненной (модифицированной) древесины не ограничивается описанными областями применения. В настоящее время разработаны технологии, позволяющие добиваться различных степеней уплотнения и соответственно придания древесине различных дополнительных свойств, использованию в производстве отходов деревообработки. Это объясняется и тем, что применяются различные способы прессования (одноосное, контурное, торцовое гнутье с осевым прессованием и др.). Разработаны соответствующие режимы уплотнения.

Кроме названных областей применения заслуживает внимания и использование изделий из прессованной древесины в различных механизмах (узлах трения вместо бронзы и антифрикционного чугуна при работе в абразивных средах и т.д.)

Разработанные способы уплотнения могут быть использованы для получения древесного угля, высококалорийного биотоплива, для производства подкладок трамвайных рельсовых путей, товаров хозяйственно-бытового назначения (ручки для инструмента, игрушки, спортивный инвентарь и др.).

Интересным направлением является применение модифицированной древесины в качестве нейтронозащитного материала. Установлено, что защищающая способность борированной уплотненной древесины березы от

тепловых нейтронов превышает в 3–3,5 раза защищающую способность водосодержащих защит.

Имеющийся опыт показывает, что создание производственных участков по изготовлению модифицированной древесины не требует больших затрат и значительных площадей. Оборудование может быть изготовлено силами ремонтно-механических служб предприятия.

Вышесказанное позволяет говорить о том, что использование модифицированной древесины, вовлечение в производство дешевой малоиспользуемой древесины мягких лиственных пород, модифицированной уплотнением, позволит расширить области применения древесины, снизить затраты на производство и полнее использовать лесные ресурсы страны.

### *Библиографический список*

1. Кислый В. Конкурентоустойчивость древесины в домостроении // ЛесПромИнформ. – 2016. – №2 (116). – С. 36–49.
2. Фрадкин В. Древесина: материал будущего // Знания и техника. – 2013. – № 4. – С. 58–64.

УДК 625.711

М. В. Бормотов, А. В. Сирота, А. Д. Дроздов,  
А. Г. Власов, С. И. Булдаков  
(M. V. Bormotov, A. V. Sirota, A. D. Drozdov,  
A. G. Vlasov, S. I. Buldakov)  
УГЛТУ, Екатеринбург  
(USFEU, Yekaterinburg)

### **ЗАРУБЕЖНЫЙ ОПЫТ ИССЛЕДОВАНИЙ, ИЗМЕРЕНИЯ МОДУЛЯ УПРУГОСТИ СВЯЗАННЫХ И НЕСВЯЗАННЫХ ГРУНТОВ ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА**

**(FOREIGN EXPERIENCE IN RESEARCH AND MEASUREMENT  
OF ELASTIC MODULUS OF BOUND AND UNBOUND SOILS  
SUBGRADE)**

*Статья посвящена анализу полевых экспресс-методов оценки степени, уплотнения грунтов земляного полотна. В области контроля модуля упругости как меры жесткости, которая является лучшим предиктором производительности и обеспечивает входные данные, необходимые для механистического-эмпирического проектирования. Для различных измерителей жесткости грунта рассмотрены проведенные исследования в этой области.*

*The article is devoted to the analysis of field Express methods for assessing the degree of compaction of the groundbed. In the field of elastic modulus control as a measure of stiffness, which is the best predictor of performance and provides the input data necessary for mechanical-empirical design. For various soil hardness meters, the research conducted in this area is considered.*

В данной статье представлены многолетние труды, предпринятые во Флориде по внедрению лабораторного измерения модуля упругости несвязанных грунтов земляного полотна для проектирования дорожных конструкций. Экспериментальные программы были выполнены для корреляции полевых и лабораторных измерений модуля упругости грунтов земляного полотна. Были проведены исследования по внедрению модуля упругости в процедуру проектирования гибких дорожных покрытий, а также проведено тематическое исследование для проверки процесса проектирования дорожного покрытия с использованием измерений модуля упругости.

Правильное уплотнение основания и основания проезжей части имеет важное значение для обеспечения хороших эксплуатационных характеристик дорожного покрытия на протяжении всего срока его службы. Хотя измерение плотности традиционно используется для определения степени уплотнения геоматериалов, эта практика имеет свои ограничения. Измерение модуля упругости особенно важно для прогнозирования эксплуатационных характеристик вторичных материалов, поскольку существует мало данных, связывающих плотность этих материалов с их прочностью.

Поскольку дорожные строители во всех странах сталкиваются с растущим давлением для эффективного использования ограниченных ресурсов, измерение базового и суббазового модуля может помочь оптимизировать производительность и срок службы дорожного покрытия. В рамках проекта NCHRP 10-84 исследователи разработали предложенную спецификацию AASHTO для измерения модуля уплотнения геоматериалов в основаниях дорожных покрытий. Спецификация также содержит рекомендации по установке целевого модуля для уплотненных геоматериалов и рассматривает устройства, такие как легкий дефлектометр, которые могут быть использованы для измерения модуля. Во время полевых испытаний исследователи сравнили несколько устройств для измерения уплотненных геоматериалов, включая легкие дефлектометры, портативные анализаторы сейсмических свойств и измерителя жесткости грунта.

На первом этапе проекта NCHRP 10-84 исследователи собрали информацию о нескольких сложных и взаимосвязанных вопросах, необходимых для разработки обоснованной спецификации модуля упругости, таких как изменчивость участка и содержание влаги, влияющих на модуль. Затем они провели лабораторные, мелкомасштабные и полевые испытания, чтобы измерить и проверить, как модуль упругости влияет на характеристики объекта и методы измерения. Наконец, они подтвердили предложенную

спецификацию с помощью пяти полевых проектов, расположенных в разных регионах страны. Эти регионы включали в себя как можно больше типов геоматериалов, условий окружающей среды, а также процедур строительства и контроля качества.

Предлагаемая стандартная спецификация для модульного управления качеством земляных работ и несвязанных заполнителей обеспечивает гибкий метод измерения модуля уплотнения геоматериалов, который может быть адаптирован к местным требованиям и материалам. Предлагаемая спецификация также включает в себя процесс выбора целевого модуля для конкретных уплотненных геоматериалов. Несколько приборов успешно измеряют модуль упругости, хотя легкие дефлектометры рекомендуются из-за их простоты использования и широкой доступности. Однако различные виды дефлектометров обеспечивали различные измерения, поэтому технические характеристики конструкции должны указывать, какую модель дефлектометра следует использовать [1].

В Германии и Австрии динамические испытания на сжатие проводятся альтернативно статическим испытаниям на сжатие с помощью нагрузочной плиты согласно DIN 18134.

Модуль упругости – это одно из свойств материала, которое непосредственно связано с длительными эксплуатационными характеристиками дорожного покрытия. В результате он может быть использован в механистически-эмпирическом проектировании, которое может помочь дорожным строителям максимизировать ценность получаемого продукта, которую они получают от своих инвестиций в строительство и уменьшить нагрузку на бюджет, проектируя дороги для удовлетворения потребностей в производительности без использования большего количества строительных материалов, чем необходимо. Спецификация для измерения модуля также будет полезна, поскольку агентства используют больше переработанных геоматериалов в строительстве [2].

Несколько технологий измерения модуля упругости уплотненных геоматериалов работают достаточно хорошо, но легкие дефлектометры рекомендуются из-за их простоты использования и широкой доступности.

На основании проведенного анализа при строительстве опытного участка грунтовой дороги Свердловская область «ст. Саранинский завод – п. Октябрьский». КМ 0+000 - КМ 1+000 сотрудниками и учащимися кафедры транспорта и дорожного строительства (Т и ДС), (УГЛТУ). Для проведения экспресс анализа при проведении полевых работ был использован легкий измеритель плотности грунта.

Прибор от TERRATEST® LWD был выбран в результате анализа зарубежных исследований, так как он объединяет в себе современнейшие компоненты микроэлектроники и характеристики полностью адаптированных для стройплощадки измерительных приборов. В частности, одна только возможность автоматической синхронной регистрации измерительного

пункта с помощью глобальной системы определения местоположения (позиционирование с помощью GPS) и программного интерфейса Google-Maps усовершенствовала рабочий процесс с легким измерителем плотности грунта и сделала измерения достоверными.

Были проведены динамические испытания на сжатие легким измерителем плотности грунта с использованием нагрузочной плиты, предназначенной для проверки несущей способности и оценки качества уплотнения грунта при земляных работах, в дорожном строительстве. Ввиду того, что в понятие «грунт» включаются также наполнители для засыпки, несвязанные несущие слои, ремонтируемые грунтовые покрытия, слои холодного ресайклинга, уплотняемые слои, укрепленные (стабилизированные) минеральными вяжущими или стабилизаторами, асфальт и бетон (при наборе прочности) в незатвердевшем состоянии, проверка динамическим методом особенно годится для крупнозернистых (щебеночных) и смешанных грунтов с максимальным размером зерен (щебня) до 63 мм [3].

При этом возможно непосредственное определение однородности несущей способности грунта полотна. Данные по проведенным полевым исследованиям обрабатываются и в дальнейшем будут проанализированы. Для этого на базе кафедры транспорта и дорожного строительства (Т и ДС), (УГЛТУ) проводятся лабораторные исследования.

#### *Библиографический список*

1. National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine. 2015. Converting Paved Roads to Unpaved. Washington, DC: The National Academies Press. – URL: <https://doi.org/10.17226/21935> (дата обращения: 18.10.2020 г.).
2. Булдаков С. И., Силуков Ю. Д., Малиновских М. Д. Содержание и ремонт автомобильных дорог: моногр. – Екатеринбург : Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2017. – 198 с.
3. Sawangsuriya A., Edil T., Bosscher P. Comparison Of Moduli Obtained From The Soil Stiffness Gauge With Moduli From Other Tests // 81 th Annual Meeting of the Transportation Research Board. – January. – 2002. – Washington, D.C.

УДК 630/377

С. А. Бровкин, В. А. Шувалова,  
А. А. Токмашев, И. М. Еналеева-Бандура  
(S. A. Brovkin, V. A. Shuvalova,  
A. A. Tokmashev, I. M. Enaleeva-Bandura)  
СибГУ им. М.Ф. Решетнева, Красноярск  
(RSSU, Krasnoyarsk)

**О ВЛИЯНИИ УРОВНЯ РАЗВИТИЯ  
ТРАНСПОРТНОЙ СЕТИ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ  
ЛЕСОВОССТАНОВИТЕЛЬНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ  
(ON THE IMPACT OF THE LEVEL OF DEVELOPMENT  
OF THE TRANSPORT NETWORK ON THE EFFECTIVENESS  
OF REFORESTATION MEASURES)**

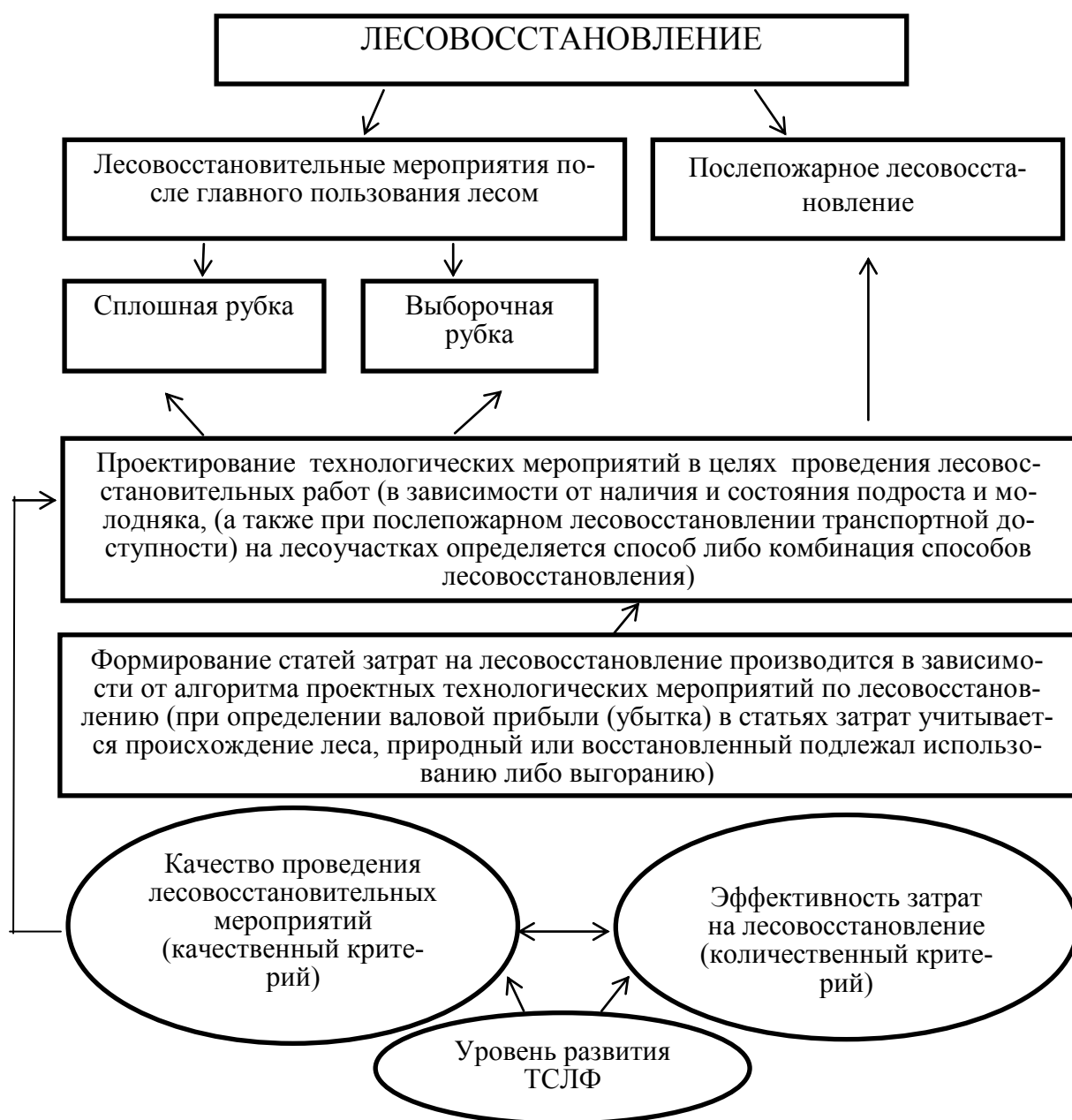
*В статье обозначена значимость и роль транспортных сетей в лесовосстановительном процессе, определено влияние уровня развития транспортной сети на эффективность лесовосстановительных работ, отмечена необходимость учета данного влияния в научных разработках.*

*The article identifies the importance and role of transport networks in the reforestation process, determines the impact of the level of development of the transport network on the effectiveness of reforestation, and notes the need to take this influence into account in scientific research.*

Лесовозобновление – это важнейший процесс, обеспечивающий будущее лесной экосистемы и возможность долгосрочного пользования лесом. Масштаб простого воспроизводства лесных ресурсов как условие комплексного управления лесами обеспечивается лесохозяйственными мероприятиями региональных систем управления. Масштаб расширенного воспроизводства обеспечивается набором мероприятий, направленных на повышение продуктивности леса и интенсификации лесопользования.

В рамках требований комплексного управления лесопользование должно обеспечивать как потребность общества в экономических, экологических и социальных полезностях лесных ресурсов, так и постоянное воспроизводство всего многообразия экосистем в регионе для нынешнего и будущих поколений. Задача эффективности воспроизводства лесных ресурсов является ключевой, на основе которой решаются другие проблемы лесного комплекса. Учитывая важность обозначенной задачи, касательно качества проведения указанных мероприятий, согласно источникам [1–5], следует отметить, что лесовосстановление после главного пользования лесом, а также на вырубках, гарях и других, не покрытых лесом участках, в настоящее время обеспечивается не в полной мере, в основном ввиду отсутствия развитой транспортной сети на территории лесного фонда (ТСЛФ). Следует отметить, что ТСЛФ является механизмом достижения не только какого-либо вида лесопользования, но и эффективности лесовосстановительных мероприятий как после лесных пожаров, так и после пользования лесом

[1, 3]. В этой связи посредством производства анализа научной литературы [1–5 и др.], было выявлено, что показатель уровня развития ТСЛФ в аспекте определения эффективности лесовосстановительных мероприятий не подлежит учету в научных трудах ни в качественной, ни в количественной мерах. Данное обстоятельство отражает отсутствие комплексности и локальный характер научных разработок по обозначенной проблематике. Таким образом, определение области и меры влияния уровня развития ТСЛФ на эффективность лесовосстановительных мероприятий является актуальной научной задачей. Учитывая вышеизложенное, влияние уровня развития ТСЛФ на эффективность лесовосстановительных работ определено нами следующим образом (рисунок).



Взаимосвязь уровня развития транспортной сети  
и эффективности лесовосстановительных мероприятий

Посредством анализа материала, представленного рисунком, можно заключить, что определяющим параметром взаимосвязи уровня развития транспортной сети и эффективности лесовосстановительных мероприятий является эффект синергизма обозначенных показателей. Данный эффект характеризуется качественными и количественными критериями оценивания проводимых лесовосстановительных мероприятий, посредством которых достигается их эффективность.

Подводя итоги, можно заключить, что обозначенный синергетический эффект определяет область и меру влияния уровня развития ТСЛФ на эффективность лесовосстановительных мероприятий и подлежит к учету при разработке алгоритмов, методов и моделей оценивания эффективности лесовосстановления. Отмеченный учет способствует обеспечению комплексного подхода к лесовосстановительному процессу.

### *Библиографические ссылки*

1. Пунцукова С. Д. Эколого-экономическая оценка лесных ресурсов как основа устойчивого лесопользования // Вестник Бурятского государственного университета. – 2011. – № 4. – С. 38–43.
2. Романчиков А. Ю. Кадастровая оценка покрытых древесной растительностью лесных земель таежной зоны северо-запада Российской Федерации при многоцелевом использовании их ресурсного потенциала : дис. канд. техн. наук. Санкт-Петербург, 2017. – 231 с.
3. Основы расчета и планирования устойчивого управления лесопользованием: моногр. / О. В. Болотов, Ю. М. Ельдештейн, А. С. Болотова и др. – Красноярск : СибГТУ, 2005. – 180 с.
4. Прешкин Г. А. Анализ экономических факторов формирования стоимости лесных ресурсов // Лесной журнал. – 2011. – № 1. – С. 131–136.
5. Богатова Е. Ю., Беспалова В. В. Экономическая оценка древесных и недревесных лесных ресурсов в современных условиях // Евразийский международный научно-аналитический журнал. Проблемы современной экономики. – 2019. – № 3 (71). – С. 287–293.



УДК 62-1

Е. Н. Власов, А. Ю. Елифанова, Ю. А. Добрынин  
(E. N. Vlasov, A. Yu. Eriphanova, Yu. A. Dobryinin)  
СПбГЛТУ, Санкт-Петербург  
(SPbSFTU, Saint-Petersburg)

**ВЛИЯНИЕ ПРОФИЛЯ ПОВЕРХНОСТИ ПОЛЯ  
НА РАБОТУ МАШИННО-ТРАКТОРНОГО АГРЕГАТА**  
(INFLUENCE OF THE FIELD SURFACE PROFILE  
ON THE OPERATION OF THE MACHINE-TRACTOR UNIT)

*Рассмотрено влияния профиля поверхности поля на работу машинно-тракторного агрегата. Делается вывод, что нормированные спектральные плотности процессов изменения тягового сопротивления при холостом ходе и пахоте обладают наибольшей информативностью о характере случайного процесса.*

*The influence of the field surface profile on the operation of the machine-tractor unit is considered. It is concluded that the normalized spectral densities of the processes of changes in traction resistance at idle and plowing have the greatest information about the nature of the random process*

Профиль поверхности поля является одним из основных видов внешнего воздействия на машинно-тракторный агрегат (МТА), он влияет на неравномерность хода рабочих органов, линейные и угловые колебания всего МТА. На практике неровности поверхности поля оценивают профилированием, получая случайную функцию  $z_n(L)$  пути  $L$ . По профилограмме получают корреляционную функцию  $R_z(L, L+l)$  и спектральную плотность  $S_z(\bar{\omega})$  стационарного случайного процесса. Характеристики  $R_z(L, L+l)$ ,  $S_z(\bar{\omega})$  определяют изменения ординат неровностей в функции пути. При изучении динамики МТА воздействие микропрофиля пути зависит от скорости движения, поэтому случайный процесс принято рассматривать с аргументом времени  $t$ .

Исследования профилей полей и их влияние на динамику МТА наиболее полно нашли отражение в работах [1, 2]. В работе [1] приводятся кривые корреляционных функций  $\rho(l)$  и спектральных плотностей  $S_z(\bar{\omega})$ , полученные в результате обработки ансамбля профилограмм различных участков одного поля (рис. 1).

На рис. 2 видно, что поля в разных зонах отличаются длиной и высотой неровностей, диапазон частот для всех трех кривых находится в пределах  $\bar{\omega}_c \approx 1,8 \dots 2,5 \text{ м}^{-1}$ , а основная доля дисперсии приходится на диапазон до  $2 \text{ м}^{-1}$ .

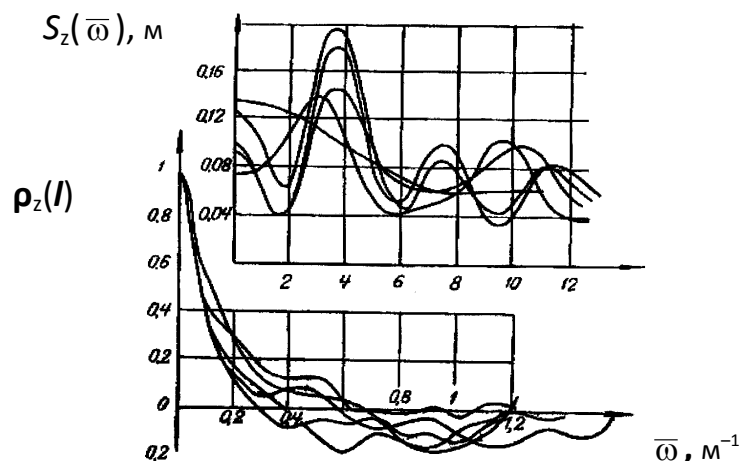


Рис. 1. Корреляционные функции и спектральные плотности профилей различных участков одного поля

На рис. 1 видно, что характер изменения кривых корреляционных функций и спектральных плотностей в основном повторяется и имеет незначительные отличия по величине.

$$S_z(\bar{\omega})$$

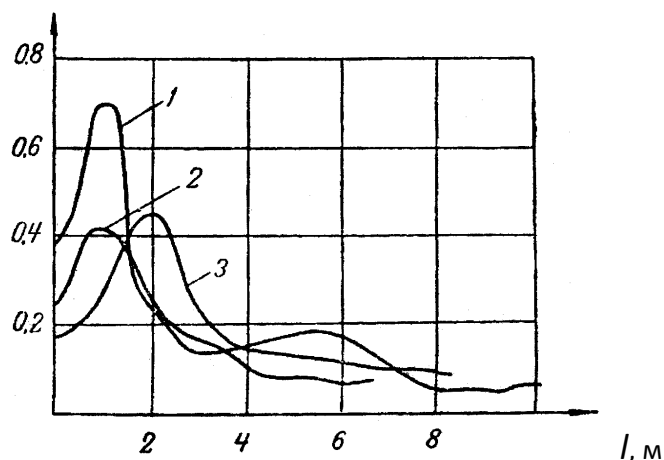


Рис. 2. Нормированные спектральные плотности полей:

1 – Краснодарский край; 2 – Великолукский район;  
3 – Северо-Западная зона России

В соответствии с полученными данными все поля можно разделить как по дисперсии, так и по частоте среза спектральной плотности на три группы:

– по дисперсии  $D_z \leq 2 \text{ см}^2$  ( $\sigma_z \leq 1,4 \text{ см}$ ),  $2 \text{ см}^2 < D_z \leq 4 \text{ см}^2$  ( $1,4 \text{ см} < \sigma_z \leq 2 \text{ см}$ ),  $D_z > 4 \text{ см}^2$  ( $\sigma_z > 2 \text{ см}$ );

- по частоте среза  $\bar{\omega}_c \leq 4,5 \text{ м}^{-1}$ ,  $4,5 \text{ м}^{-1} < \bar{\omega}_c \leq 12 \text{ м}^{-1}$ ,  $\bar{\omega}_c \geq 12 \text{ м}^{-1}$ .

В работе [1] также отмечается, что профилограммы, снятые с различных участков одного поля, имеют близкие значения числовых характеристик (рис. 1). Соответственно всем полям можно дать количественную

оценку по дисперсии, усредненным корреляционным функциям и спектральным плотностям. Влияние микронеровностей на энергозатраты МТА будет зависеть и от скорости его движения.

Для среднестатистической оценки качества работы МТА на практике используют математическое ожидание, среднее квадратическое отклонение, коэффициент вариации и корреляционную функцию случайного процесса. Однако такая оценка не всегда может давать достаточно точные результаты, так как все перечисленные показатели существенно зависят от скорости движения МТА. Нормированные спектральные плотности  $S_F(\omega)$  процессов изменения тягового сопротивления плуга (рис. 3) при холостом ходе и рабочем ходе обладают большей информативностью о характере случайного процесса.

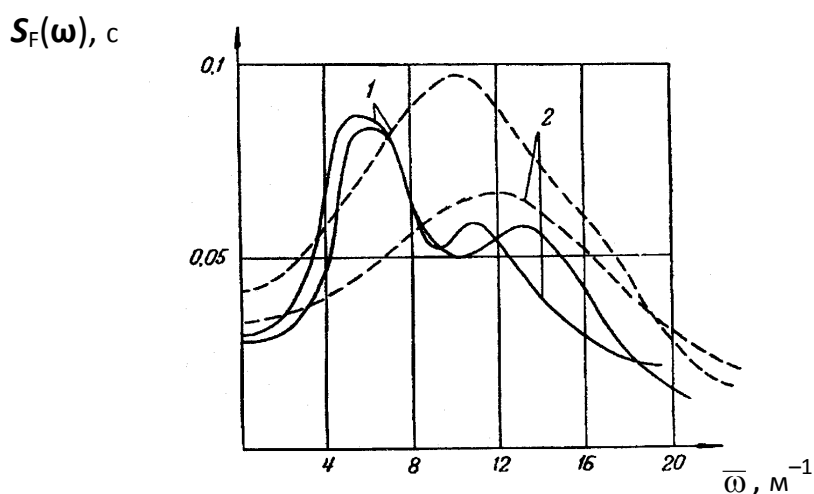


Рис. 3. Нормированные спектральные плотности тягового сопротивления плуга П-5-35МГ:  
1 – скорость движения 5,08 км/ч; 2 – скорость движения 7,0 км/ч

На рис. 3 видны два максимума  $S_F(\omega)$  в рабочем режиме и один в – холостом. Во втором случае при  $\omega \approx 10 \text{ с}^{-1}$ , а в первом – при  $\omega \approx 6 \text{ с}^{-1}$ ,  $\omega \approx 11 \text{ с}^{-1}$  и  $13 \text{ с}^{-1}$ .

Аналогичная закономерность наблюдается и при работе навесного плуга (рис. 4); у  $S_F(\omega)$  четыре процесса: изменения глубины обработки почвы; реакции почвы на опорное колесо плуга, горизонтальные составляющие усилий в нижних и верхних тягах навески.

При скорости движения 5,08 км/ч основная доля  $S_F(\omega)$  приходится на интервал следующих частот:

- 6...7  $\text{с}^{-1}$  – у процесса изменения усилий на опорном колесе плуга;
- 7...8  $\text{с}^{-1}$  – у процесса изменения реакций на опорном колесе плуга;
- 8...10  $\text{с}^{-1}$  – у процесса изменения усилий в тягах навески.

Увеличение скорости движения МТА до 8,1 км/ч сопровождается расширением спектра частот у всех четырех процессов, хотя сама плотность несколько уменьшается. Объясняется это увеличением скорости

движения и, как следствие, возросшей частотой встречи агрегата с неровностями поверхности поля.

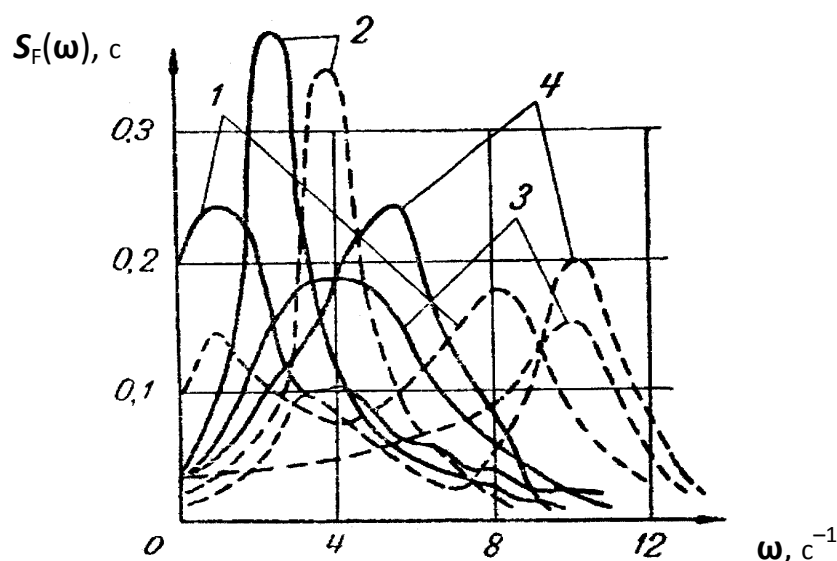


Рис. 4. Нормированные спектральные плотности процессов: 1 – изменения глубины обработки почвы; 2 – реакции почвы на опорное колесо плуга; 3, 4 – горизонтальных составляющих усилий в нижних и верхних тягах навески соответственно; ——— скорость 5,08 км/ч; - - - - - скорость 8,1 км/ч

Из вышеизложенного следует, что для процессов обработки почвы характерен низкочастотный спектр (не более  $5,0 \dots 5,5 \text{ с}^{-1}$ ). При скоростях движения до  $5 \dots 7 \text{ км/ч}$  частота не превышает  $5 \dots 15 \text{ с}^{-1}$ , а для скоростей движения  $15 \dots 18 \text{ км/ч}$  спектры дисперсий ряда процессов растягиваются и частоты спектральных плотностей достигают  $25 \dots 30 \text{ с}^{-1}$ . Из характера изменения кривых спектральных плотностей следует:

- спектры частот процессов при изменении глубины пахоты и реакции на опорном колесе плуга (кривые 1, 2) не превышают  $10 \dots 12 \text{ с}^{-1}$  с максимумом  $4 \text{ с}^{-1}$  и  $7,5 \text{ с}^{-1}$ , соответственно;
- процессы изменения горизонтальных составляющих усилий в тягах навески (кривые 3, 4) являются также узкополосными, максимумы приходятся на частоту  $10 \text{ с}^{-1}$ ;
- процесс изменения нагрузки передней оси трактора (кривая 5) имеет два максимума на частотах  $2,5 \text{ с}^{-1}$  и  $20 \text{ с}^{-1}$ , но спектр частот сдвинут в сторону  $20 \dots 25 \text{ с}^{-1}$ ;
- процессы изменения крутящих моментов на полуосях трактора (кривые 6, 7) оказались более растянутыми (до  $22 \text{ с}^{-1}$ ) с максимумом на частотах  $2,5 \text{ с}^{-1}$  и  $19 \text{ с}^{-1}$ .

В представленных на рис. 5 спектральных плотностях процесса взаимодействия МТА с микрорельефом поля учтены физико-механические характеристики почвы, конструктивные особенности плуга, поддрессоривания трактора и динамики привода. По аналогии с выполненными исследованиями

работы трактора ЛХТ-55 с плугом ПКЛ-70-4 [3] можно сделать заключение о распределении влияния перечисленных факторов по интервалам частот (рис. 5).

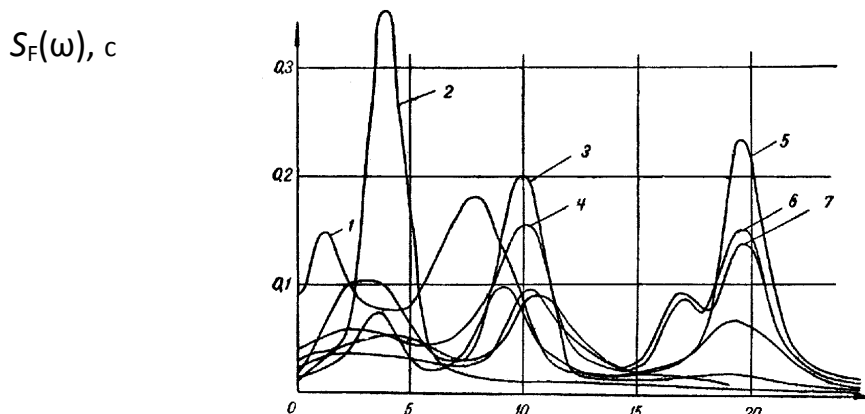


Рис. 5. Нормированные спектральные плотности МТА

«МТЗ-50 с плугом ПН-3-35»: 1 – изменения глубины пахоты; 2 – изменения реакции почвы на опорном колесе навесного плуга; 3, 4 – колебания горизонтальных составляющих усилий в верхней и нижней тягах навески; 5 – изменения нагрузки передней оси трактора; 6, 7 – колебания крутящих моментов на левой и правой полуосях

– в диапазоне частот  $0...5\text{ с}^{-1}$  наибольшее влияние микрорельефа поля (кривые 1, 2) и силовой передачи;

– в диапазоне частот  $5...12\text{ с}^{-1}$  преобладает влияние вертикальных и продольно-угловых колебаний остова трактора и физико-механических характеристик почвы (кривые 3, 4);

– в диапазоне частот  $15...25\text{ с}^{-1}$  (кривая 5) доминирует влияние угловых колебаний трактора относительно оси подвеса плуга, кривые 6, 7 отражают влияние касательной силы тяги на колебания остова трактора относительно оси подвеса плуга.

Из вышесказанного следует, что существуют интервалы частот с повышенными спектральными плотностями, создающими переменную нагруженность в подвесе, силовой передаче и агрегатах МТА, и как следствие, ухудшающие качество выполняемых технологических операций.

### Библиографический список

1. Лурье А. Б. Статистическая динамика сельскохозяйственных агрегатов. – Л. : Колос, 1970. – 376 с.
2. Лурье А. Б. Автоматизация сельскохозяйственных агрегатов. – Л. : Колос, 1967. – 264 с.
3. Антипин В. П., Каршев Г. В. Влияние конструктивных параметров трактора и динамических характеристик двигателя на его энергозатраты. // Использование динамических характеристик рабочих процессов тепловых двигателей для проектирования, эксплуатации, диагностики и ремонта. Академия наук РТ. – Казань : ФЭН, 2004. – С. 29–34.

УДК 658.7:656.1/.5

Т. Е. Воронцова, А. Н. Баранов, О. В. Нечаева  
(T. E. Vorontsova, A. N. Baranov, O. V. Nechaeva)  
СибГУ им. М.Ф. Решетнева, Красноярск  
(RSSU, Krasnoyarsk)

# **ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЛЕСОТРАНСПОРТНОЙ СИСТЕМЫ ЗА СЧЕТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РАЦИОНАЛЬНОЙ ТЕХНОЛОГИИ ТРАНСПОРТА** (IMPROVING THE EFFICIENCY OF THE FOREST TRANSPORT SYSTEM THROUGH THE USE OF RATIONAL TRANSPORT TECHNOLOGY)

*В данной статье рассмотрены пути повышения эффективности лесотранспортной системы за счет использования рациональной технологии транспорта.*

*This article discusses ways to improve the efficiency of the forest transport system through the use of rational transport technology.*

Развитие и многопрофильность транспортных услуг уже давно стали важным материально-техническим компонентом силы любого государства, так как одной из самых важных составных частей денежной базы экономики каждой страны стал транспорт. Цель автомобильного транспорта как подразделения транспортного комплекса страны – удовлетворение потребностей экономики и населения страны в грузовых и пассажирских перевозках при наименьших затратах всех видов ресурсов. Эта цель достигается в результате увеличения показателей эффективности автомобильного транспорта: роста производительности транспорта и транспортных средств, снижения себестоимости перевозок.

Правильная организация перевозок и механизация погрузочно-разгрузочных работ позволяют максимально использовать грузоподъемность автомобилей, обеспечить полную сохранность грузов и минимальный простой при погрузке и разгрузке. Применение прицепов и повышение коэффициента использования пробега значительно увеличивают полученную нагрузку на каждый километр пробега автомобиля, а следовательно, повышают производительность автомобиля и снижают себестоимость перевозок [1].

При использовании схемы автопоезда «автомобиль + прицеп» в негрузовом направлении шины прицепа изнашиваются в холостую с небольшой скоростью. Мы предлагаем погружать прицеп на автомобиль в негрузовом направлении, что позволит увеличить скорость передвижения, которая в свою очередь снижает время цикла работы, а также позволит уменьшить количество шинных комплектов (рис. 1) [2, 3]. Но для этого

необходимо внести некоторые изменения в конники автомобиля и в конники прицепа.

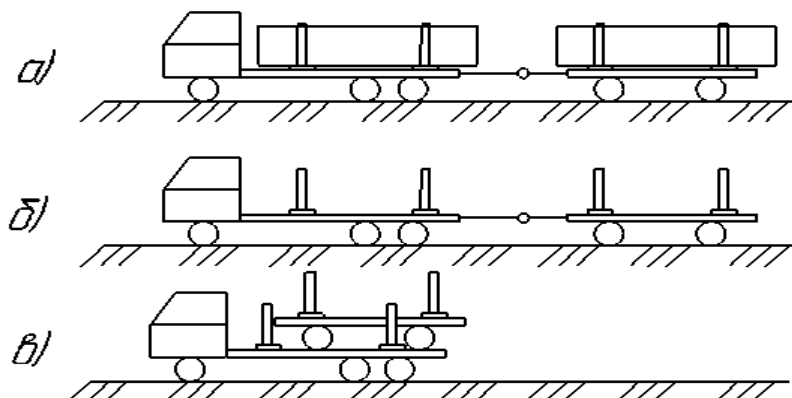


Рис. 1. Схемы автопоездов: а – в грузовом направлении для базового и проектного варианта; б – в порожнем направлении для базового варианта; в – в порожнем направлении для проектного варианта

Проведем теоретическое исследование в трех вариантах: когда меняется годовой объем вывозки при постоянном расстоянии; когда меняется расстояние вывозки при постоянном годовом объеме; когда меняется и годовой объем и расстояние вывозки. Первый и второй вариант исследования подробно рассматривался в статье «Повышение эффективности логистической системы за счет использования рациональной технологии транспорта» [1]. Там мы рассчитали и сравнили, как изменится потребность в шинах в зависимости от изменения одной переменной, а также потребность в шинах при изменении двух показателей: расстояния вывозки и годового объема. Для этого принимаем базовый автопоезд КамАЗ 6426 + 8966 «Г» – 010 полезной нагрузкой ( $Q_n$ ) равной 20 м<sup>3</sup> за рейс. Нас интересует экономия затрат на покупку шин, поэтому найдем количество шин, затраченных на базовый и проектный варианты при различных переменных по формулам 1 и 2 соответственно.

Считаем количество шин для базового варианта по формуле 1, когда автомобиль тянет за собой прицеп в обоих направлениях, на 1 комплект приходится 20 колес на весь автопоезд:

$$N_{Шб} = \left( \frac{\frac{2Q_i}{Q_n} \cdot (l_{M_i} + l_B + l_Y + l_0)}{m} \right) \cdot n, \quad (1)$$

где  $Q_i$  – годовой объем, тыс. м<sup>3</sup> ( $Q_i$  варьируется от 20–60 тыс. м<sup>3</sup>);

$l_{M_i}$  – длина магистрали, км. ( $l_{M_i}$  варьируется от 70–110 км);

$l_B$  – длина веток, км ( $l_B = 5$ );

$l_Y$  – длина уса, км ( $l_Y = 2$ );

$l_0$  – длина, км ( $l_0 = 1$ );

$m$  – норма пробега одного комплекта шин до полного износа, (  $m = 60000$ км.);

$n$  – количество шин в комплекте, шт ( $n = 20$  шт).

Для проектного варианта выделяем два направления: грузовое (когда автомобиль тянет прицеп) и негрузовое (когда прицеп находится непосредственно на автомобиле). Таким образом, в одном комплекте предназначенном для грузового направления будет находиться 20 колес, так как весь автопоезд движется по дороге, а в негрузовом направлении 11 колес, так как движется только автомобиль. Потребное количество шин рассчитывается по формуле 2:

$$N_{Шпр} = \left( \frac{\frac{Q_i}{Q_n} \cdot (l_{M_i} + l_B + l_Y + l_0)}{m} \right) \cdot n + \left( \frac{\frac{Q_i}{Q_n} \cdot (l_{M_i} + l_B + l_Y + l_0)}{m} \right) \cdot n^{\prime}, \quad (2)$$

где  $n^{\prime}$  – количество шин в комплекте, шт ( $n^{\prime} = 11$  шт).

Чтобы определить экономию затрат на покупку шин, необходимо найти разницу в их потребности. Для этого воспользуемся формулой 3.

$$\Delta N = N_{Шб} - N_{Шпр}, \text{ шт.} \quad (3)$$

Например, так разница в шинах между базовым и проектным вариантом при годовом объеме 50 тыс. м<sup>3</sup> и среднем расстоянии вывозки равной 100 км составит 40 штук.

Экономическая эффективность рассчитывается по формуле 4:

$$\mathcal{E} \phi = \Delta N \cdot C_{Шт}, \text{ руб.}, \quad (4)$$

где  $\Delta N$  – разница в шинах между базовым и проектным вариантом

$C_{Шт}$  – цена за 1 шину, руб. (она на современном рынке колеблется от 15 до 30 тыс. руб.).

Так при  $C_{Шт} = 15$  тыс. руб. мы сэкономим 60 тыс. руб. на приобретении шин, а при  $C_{Шт} = 30$  тыс. руб. экономия составит 1,2 млн руб.

Таким образом, проектный вариант является эффективнее базового [2].



В табл. 1 показана потребность в шинах для базового варианта, а для проектного варианта представлена в табл. 2 соответственно.

Таблица 1

Потребность в шинах при различных Q и L  
базового варианта транспортировки

Годовой объем	Среднее расстояние вывозки				
	70	80	90	100	110
20	52	59	66	72	79
30	78	88	98	108	118
40	104	118	131	144	158
50	130	147	164	180	197
60	156	176	196	216	236

Таблица 2

Потребность в шинах при различных Q и L  
проектного варианта транспортировки

Годовой объем	Среднее расстояние вывозки				
	70	80	90	100	110
20	41	46	51	56	61
30	61	69	76	84	92
40	81	91	102	112	122
50	101	115	127	140	154
60	121	137	152	168	183

Анализируя эти две таблицы, мы видим, что разница в потребности в шинах с каждым увеличением объема вывозки и расстояния вывозки возрастает, а значит экономия на затратах соответственно увеличивается. По данным табл. 1 и 2 были построены графики на рис. 2 и 3 соответственно. В них четко показана тенденция изменения потребности в шинах при варьировании как двух показателей одновременно, так же и при одном из них. Так, любой предприниматель, имея свой объем вывозки и расстояние, сможет, глядя на данные графики, проанализировать как измениться его потребность в шинах [3]. Следовательно, по формуле 4 он определит экономию затрат при использовании рациональной технологии транспорта.

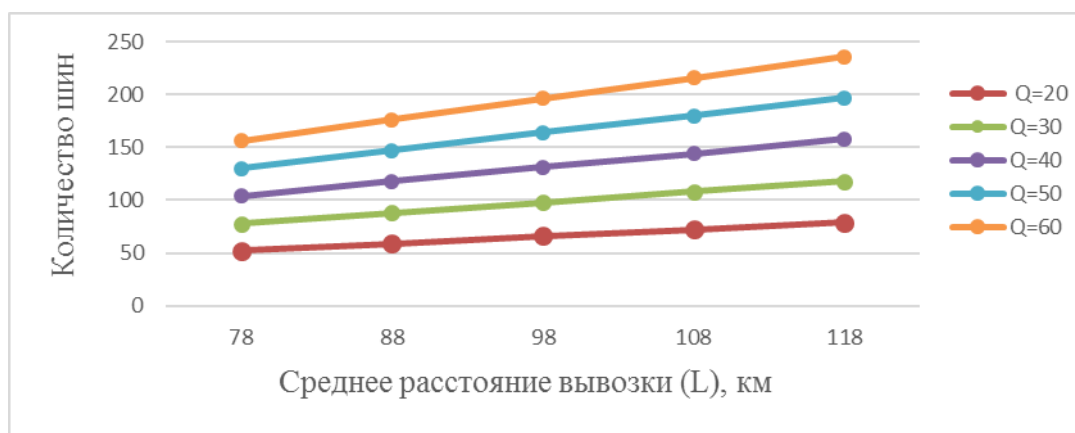


Рис. 2. Зависимость потребности в шинах при различном годовом объеме на различном расстоянии вывозки для базового варианта

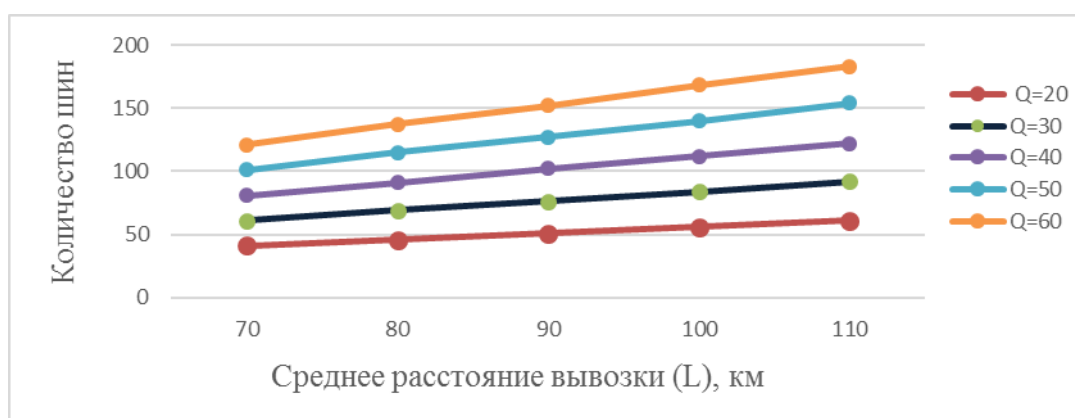


Рис. 3. Зависимость потребности в шинах при различном годовом объеме на различном расстоянии вывозки для проектного варианта

Таким образом, изменение схемы транспортирования прицепного состава в негрузовом направлении позволит снизить потребность в шинах по сравнению с традиционной технологией. Мы рассчитали, как изменится потребность в шинах при различных переменных. Экономия можно вычислить для каждого предпринимателя в зависимости от цены за шину, умножив ее на разность в шинах между базовым и проектным вариантом. Так, например, с годовым объемом  $Q = 50$  тыс. м<sup>3</sup> при среднем расстоянии вывозки  $L = 100$  км потребность в шинах снизится на 22 %. В свою очередь это позволит уменьшить износ трансмиссии прицепного состава и шин. Стоит отметить, что вследствие этого снизится нагрузка и на экологию, а сэкономленные средства могут быть направлены на более затратные средства предприятия [4].

#### Библиографический список

1. Ковалев Р. Н., Демидов Д. Н., Боярский С. Н. Логистическое управление транспортными системами: учеб. пособие. – Екатеринбург : Урал. гос. лесотехн. ун-т. 2008. – 166 с.

2. Кувалдин Б. И. Прицепной состав лесовозных дорог: учеб. пособие для вузов. – 2-е изд. перераб. – М. : Лесн. пром-сть, 1979. – 240 с.

3. Ходош М. С. Грузовые автомобильные перевозки: учебник для автотрансп. техникумов. – 4-е изд., перераб. и доп. – М. : Транспорт, 1986. – 208 с.

4. Воронцова Т. Е. Повышение эффективности логистической системы за счет использования рациональной технологии транспорта // Транспорт и логистика: актуальные вопросы, проектные решения и инновационные достижения: сб. мат. по итогам Всерос. науч.-практ. конф. (23 октября 2020 г., Красноярск).

УДК 674.047:66.047.45(075.8)

А. Г. Гороховский,  
Е. Е. Шишкина, А. В. Мялицин  
(A. G. Gorokhovskiy,  
E. E. Shishkina, A. V. Mialitsin)  
УГЛТУ, Екатеринбург  
(USFEU, Yekaterinburg)

## **ОПТИМИЗАЦИЯ СУШКИ ПИЛОМАТЕРИАЛОВ В КАМЕРАХ НЕПРЕРЫВНОГО ДЕЙСТВИЯ (OPTIMIZATION OF TIMBER DRYING IN CONTINUOUS CHAMBERS)**

*Приведены результаты теоретических и экспериментальных исследований по оптимизации значений показателей режима сушки в противоточных камерах непрерывного действия с разработкой промышленной технологии сушки. Внедрение данной технологии в производство показало её высокую эффективность.*

*The results of theoretical and experimental studies on optimizing the values of drying mode parameters in continuous-action counter-precision chambers with the development of industrial drying technology are presented. The introduction of this technology into production has shown its high efficiency.*

Противоточные сушильные камеры непрерывного действия широко распространены как в российской, так и в мировой промышленности. Это связано, в первую очередь, с комплексом достоинств, которыми обладают камеры данного типа. К их числу относятся высокая экономичность, а также простота и надежность работы.

Оптимизация сушки – это установление [1] оптимальных с точки зрения эффективности и качества режимных параметров. Особо это касается скорости циркуляции  $\omega$ , так как от её величины в значительной степени

зависит равновесная влажность в сыром конце камеры и характер её распределения по длине камеры.

Г. С. Шубин [2] предложил метод решения данной задачи, основанный на приближенном аналитическом решении преобразованного дифференциального уравнения влагопроводности с переменными граничными условиями:

$$\frac{\partial u}{\partial z} = \frac{a'}{V_{um}} \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} \quad (1)$$

$$u(z=0, x) = u_n = const \quad (2)$$

$$\left. \frac{du}{dx} \right|_{x=0} = 0 \quad (3)$$

$$u(x=0, z) = u_p(z) = u_{p\sim} + (u_{pn} - u_{p\sim})e^{-k_z z}, \quad (4)$$

где – дифференциальное уравнение (1) включает в себя переменную по длине агрегата координату  $z$  (исчисляется от сырого конца), связанную со временем сушки  $\tau$  и скоростью перемещения штабелей  $V_{шт}$  элементарным соотношением

$$z = V_{um} \tau \quad (5)$$

где  $u$  и  $u_n$  – соответственно влажность в точке сечения материала и начальная;

$a'$  – коэффициент влагопроводности;

$u_{pn}$  – равновесная влажность в сыром конце камеры;

$u_{p\sim}$  – асимптота, к которой стремится кривая  $u_p = f(z)$ ;

$x$  – координата по толщине доски;

$k_z$  – показатель экспоненты по координате  $x$ , определяемый по формуле

$$k_z = \frac{1}{z} \ln \frac{u_{pn} - u_{p\sim}}{u_p(z) - u_{p\sim}}, \quad (6)$$

где  $u_p(z)$  – равновесная влажность древесины в зоне камеры с координатой  $z$ .

Далее автор предлагает два пути:

1. Получение искомого решения в виде трансцендентного уравнения (что в условиях переменных граничных условий не слишком просто).

2. Графический вариант со сложными номограммами зависимостей массообменного критерия Фурье от ряда параметров, зависящих, в свою

очередь от величины равновесной влажности и её распределения по длине камеры.

В результате процесс оптимизации становится долгим и не слишком точным.

Решение поставленной Г. С. Шубиным задачи может быть существенно упрощено с использованием данных, проведенных нами исследований [3–5]. Аналитические и экспериментальные изыскания позволили получить следующие зависимости параметров в выражениях (1–6):

1. Изменение влажности пиломатериалов по длине камеры

$$u(z) = 0,12 + (0,6 - 0,12)e^{-0,125z}. \quad (7)$$

2. Изменение скорости циркуляции агента сушки по длине камеры

$$\omega(z) = 0,3753 + 6,7343 \cdot 10^{-5} z^{2,7445}. \quad (8)$$

3. Распределение влагосодержания агента сушки по длине камеры

а) теоретическое

$$d(z)_T = d_{\kappa} + (d_n - d_{\kappa}) \frac{0,6e^{\int_0^z \frac{dz}{\omega(z)}}}{u(z)}, \quad (9)$$

где  $d_n, d_{\kappa}$  – влагосодержание агента сушки соответственно в сыром и сухом конце камеры.

б) экспериментальное

$$d(z)_y = 0,047 - 2,0833 \cdot 10^{-4} z. \quad (10)$$

4. Продолжительность сушки пиломатериалов

$$\tau_{суш} = 0,67t\Delta t - 0,33t^2 + 24t + 1,74\Delta t^2 - 66,33\Delta t - 101,11, \quad (11)$$

где  $t$  – температура в сыром конце камеры;

$\Delta t$  – психрометрическая разность.

При этом уравнение (1) с различными начальными условиями было решено методами, предложенными в [1].

Поликритериальная оптимизация путем решения компромиссной задачи методом условного центра масс позволила получить следующие значения параметров режима сушки:

$$\left. \begin{aligned} t^* &= 49,6^{\circ}C \\ \Delta t^* &= 8,7^{\circ}C \end{aligned} \right\}. \quad (12)$$

При этом продолжительность сушки составляет

$$\tau_{\text{суш}} = 111 \text{ час} , \quad (13)$$

а скорость циркуляции

$$\omega(z) = 0,6 \div 0,7 \text{ м/с} . \quad (14)$$

Оптимизация параметров режима сушки позволила снизить затраты на тепловую и электрическую энергию на 21,3 % [4] и продолжительность сушки, а также существенно повысить качество сушки.

### *Библиографический список*

1. Гороховский А. Г. Технология сушки пиломатериалов на основе моделирования и оптимизации процессов тепломассопереноса в древесине: дис. ... д-ра техн. наук. – СПб. : СПбГЛТА им. С. М. Кирова, 2008. – 263 с.
2. Шубин Г. С. Сушка и тепловая обработка древесины. – М. : Лесная промышленность, 1990. – 336 с.
3. Шишкина Е. Е. Энергосберегающая технология конвективной сушки пиломатериалов на основе управляемого влагопереноса в древесине: автореф. дис. ... д-ра техн. наук. – Архангельск, 2016. – 40 с.
4. Мялицин А.В. Повышение эффективности сушки пиломатериалов на основе моделирования тепломассообмена в камерах непрерывного действия: автореф. дис. ... канд. техн. наук. – Екатеринбург : УГЛТУ, 2010. – 16 с.
5. Гороховский А. Г., Мялицин А. В. Снижение затрат энергии при сушке пиломатериалов в камерах непрерывного действия туннельного типа // Деревообработка: технологии, оборудование, менеджмент XXI века: тр. V Межд. Евразийского симпозиума. – 2010. – С. 59–62.

УДК 625.72

О. В. Горяева, С. А. Чудинов  
(O. V. Goryaeva, S. A. Chudinov)  
УГЛТУ, Екатеринбург  
(USFEU, Yekaterinburg)

### **К ВОПРОСУ ПРОЕКТИРОВАНИЯ МАЛЫХ ИСКУССТВЕННЫХ СООРУЖЕНИЙ С УЧЕТОМ МЕСТНЫХ УСЛОВИЙ (ON SMALL ARTIFICIAL CONSTRUCTIONS DESIGN TAKING INTO ACCOUNT LOCAL CONDITIONS)**

*Рассмотрены особенности проектирования малых искусственных сооружений с учетом местных условий на примере устройства бетонной водопропускной трубы на автомобильной дороге вокруг Екатеринбурга.*

*Features of the small artificial structures design, taking into account local conditions, are considered on the example of the construction of a concrete culvert on a highway around the city of Yekaterinburg.*

При разработке проектной документации на строительство, реконструкцию, капитальный ремонт автомобильных дорог одной из важных задач является решение поверхностного водоотвода, предназначенного для предохранения земляного полотна от переувлажнения поверхностными водами. Основными элементами поверхностного водоотвода являются водоотводные канавы и кюветы, лотки, быстротоки, испарительные бассейны [1].

Для пропуска воды через земляное полотно автомобильных дорог применяются водопропускные трубы, которые представляют собой простейшие водопропускные сооружения. Водопропускные трубы бывают круглого, прямоугольного, сводчатого и овоидального сечения [2]. Данные сооружения должны соответствовать требованиям ГОСТ 32871-2014 «Дороги автомобильные общего пользования. Трубы дорожные водопропускные» (рисунок).



Водопропускная труба на постоянном водотоке р. Чаша в Свердловской области

При проектировании водопропускных сооружений используются типовые проектные решения на устройство тела труб и укрепительные работы на них. Зачастую типовые проектные решения не отражают особенностей при устройстве труб с учетом местных условий.

Рассмотрим на примере устройства бетонной прямоугольной трубы с отверстием 3,0\*2,0 м на автомобильной дороге вокруг г. Екатеринбурга на участке: «Автодорога Пермь – Екатеринбург – автодорога Подъезд к г. Екатеринбургу от автодороги «Урал», III пусковой комплекс «Автодорога Екатеринбург – Полевской – автодорога Подъезд к г. Екатеринбургу от автодороги «Урал» в Свердловской области. Труба запроектирована на пересечении с постоянным водотоком – ручьем. Проектные решения приняты применительно типовым решениям 3.501.1-179.94 «Трубы водопропускные прямоугольные бетонные для железных и автомобильных дорог».

При проектировании предусмотрены стандартные решения в части устройства основания фундаментов, установки бетонных блоков и засыпки над трубами. Однако в процессе строительства данной трубы строители столкнулись с обстоятельствами, которые никак не были отражены в проектной документации.

Устройство такого вида труб представляет собой длительный процесс во времени. В связи с тем, что климат на Среднем Урале носит резко-континентальный характер, то устройство трубы пришлось на период с февраля по декабрь одного года. Вследствие чего свойства грунтов основания менялись в зависимости от погодных условий. При устройстве основания под фундамент трубы требуется произвести подготовку в части планировки и уплотнения грунта основания. При производстве работ выявилась необходимость частичной замены грунта основания в связи с тем, что грунты меняли свои свойства под воздействием климатических факторов, что не было учтено при разработке проектной документации.

Далее производилась заливка монолитного фундамента под тело трубы и оголовков. Объем бетона составил порядка 783 м<sup>3</sup> при общей длине трубы 92,66 м и монтаж самих блоков трубы. Гидроизоляция труб производилась при помощи обмазочной и рулонной гидроизоляции.

Также при проектировании бетонной трубы, согласно типовым решениям, не была учтена фракция материала засыпки над трубой. Для того чтобы не повредить гидроизоляцию, при засыпке использовался песок из отсева дробления. Для заполнения пазух между основанием и телом насыпи использовался материал более крупной фракции. Разделение по видам материалов и объемам засыпки производилось на стадии производства работ, что привело к дополнительным затратам времени строительства.

В процессе выполнения данных видов работ также столкнулись с проблемой нестыковки объемов, предусмотренных в проектной документации на основе типового проекта и реальных объемов при непосредственном производстве работ. Из чего следует, что типовые решения не учитывают природные и технологические условия строительства. Данный факт влечет к затягиванию строительного процесса и снижает экономический эффект строительства.



Исходя из данного опыта, можно сделать вывод, что проектирование малых искусственных сооружений на автомобильных дорогах необходимо выполнять с учетом местных условий строительства и конструктивных особенностей по строительству водопропускных труб, что приведет к уменьшению издержек при дальнейшей реализации проекта [3]. Также стоит отметить, что применение типовых проектных решений следует рассматривать как основу для реализации проекта, при этом следует вести проектную разработку объекта, учитывая конкретные местные особенности и внося при необходимости соответствующие изменения и дополнения в принятые типовые решения.

### *Библиографический список*

1. Инновационные технологии проектирования и строительства автомобильных дорог / Д. Г. Неволин, В. Н. Дмитриев, Е. В. Кошкарров [и др.]; под ред. Д. Г. Неволына, В. Н. Дмитриева. – Екатеринбург : УрГУПС, 2015. – 291 с.
2. Чупров Е. Е., Чудинов С. А. Применение гофрированных спиральновитых металлических труб // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России : мат. XVI Всерос. науч.-техн. конф. – Екатеринбург : Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2020. – С. 251–254.
3. Шаламова Е. Н., Чудинов С. А. Внедрение инновационных технологий, конструкций и материалов в дорожном хозяйстве // Фундаментальные и прикладные исследования молодых ученых : сб. мат. III Межд. науч.-практ. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых 07-08 февраля 2019 г. – Омск : СибАДИ, 2019. – С. 245–248.

УДК 656.08: 656.11

Д. В. Демидов, Е. А. Лазарев, Е. А. Полушин  
(D. V. Demidov, E. A. Lazarev, E. A. Polushin)  
УГЛТУ, Екатеринбург  
(USFEU, Yekaterinburg)

# **О КЛАССИФИКАЦИИ ДОРОЖНО-ТРАНСПОРТНЫХ ПРОИСШЕСТВИЙ С УЧАСТИЕМ СРЕДСТВ ИНДИВИДУАЛЬНОЙ МОБИЛЬНОСТИ** (ABOUT THE CLASSIFICATION OF ROAD ACCIDENTS INVOLVING PERSONAL MOBILITY VEHICLES)

*В статье предложена классификация дорожно-транспортных происшествий с участием средств индивидуальной мобильности для идентификации таких происшествий, как на проезжей части, так и на тротуарах, что совершенствует систему учета и анализа дорожно-транспортных происшествий.*

*The article offers a classification of road accidents with the participation of means of individual mobility to identify such incidents, both on the roadway and on the sidewalks to improve the system of registration and analysis of road accidents.*

Использование личного механического транспортного средства и средств общественного транспорта не обеспечивает требуемой скорости передвижения в городах, особенно в «часы пик». Кроме того, планировочная схема городов не всегда имеет рациональную сеть общественного транспорта, что приводит к необходимости пересадок.

Техническое и эксплуатационное состояние тротуаров и проезжей части городов, а также стремление пешеходов к сокращению физических затрат и времени на передвижение, позволяет использовать ими различные средства индивидуальной мобильности (далее – СИМ).

Конкуренция производителей СИМ приводит к снижению цены и доступности их для населения.

В настоящее время в Российской Федерации имеется законопроект от 29 июня 2020 г. «О внесении изменений в Постановление Совета Министров – Правительства Российской Федерации от 23 октября 1993 г. № 1090», в котором предложено следующее определение.

«Средство индивидуальной мобильности – устройство, имеющее одно или несколько колес (роликов), предназначенное для передвижения человека посредством использования электродвигателя (электродвигателей) и (или) мускульной энергии человека (роликовые коньки, самокаты, электросамокаты, скейтборды, электроскейтборды, гироскутеры, сигвеи, моноколеса и иные аналогичные средства), за исключением велосипедов и инвалидных колясок».

Популярными устройствами увеличения скорости пешехода являются устройства, работающие на электродвигателе с питанием от аккумулятора:

- *гироскутер* – электрическое транспортное средство, выполненное в форме поперечной планки с двумя колёсами по бокам; для обеспечения самобалансировки и поддержания горизонтального положения площадки для ног устройство оборудовано гироскопическими датчиками;

- *моноколесо* – электрический самобалансирующийся уницикл (мооцикл) с одним колесом и расположенными по обе стороны от колеса подножками; в конструкции используются датчики, гироскопы и акселерометры, обеспечивающие автоматическое движение вперед и назад, а также балансировку; повороты влево и вправо осуществляются наклоном тела человека;

- *сигвей* – электрическое самобалансирующееся транспортное средство с двумя колёсами, расположенными по обе стороны от водителя, и рулем;

- *электрический самокат* – электрическое транспортное средство с двумя или тремя колёсами, площадкой пилота и рулём, предполагающее три режима передвижения: мускульный (путём многократного отталкивания ног от земли) аналогично самокату, на электротяге, а также в смешанном режиме; может иметь сиденье.

Необходимо отметить, что указанные устройства не предусмотрены терминологией «Конвенции о дорожном движении» (заключена в г. Вене 08 ноября 1968 г.), поэтому целесообразно проведение работ по ее актуализации в соответствии с уровнем развития науки и техники, обеспечивающих развитие как транспортных средств, так и технических средств и устройств увеличения скорости пешехода.

Дорожное движение в крупнейшем городе представляет собой движение значительного количества участников дорожного движения:

- пешеходов;
- участников дорожного движения с СИМ;
- водителей немеханических транспортных средств;
- водителей механических транспортных средств как рельсовых, так и безрельсовых.

Происшествия могут происходить на различных элементах дороги и улицы: как на проезжей части, так и на тротуаре. Поэтому возникает необходимость выделения схем различных контактов между участниками дорожного движения и разработки на этой основе классификации дорожно-транспортных происшествий с участием средств индивидуальной мобильности (таблица).

Предложенная классификация уточняет существующую систему учета и анализа дорожно-транспортных происшествий в Российской Федерации.

Классификация дорожно-транспортных происшествий с участием средств индивидуальной мобильности в зависимости от схем контактов участников дорожного движения

Виды дорожно-транспортных происшествий	Схемы контактов участников дорожного движения		
	А. Лобовой контакт	Б. Боковой контакт	В. Попутный контакт
<b>1. Место конфликта – тротуар</b>			
1.1. Наезд участника дорожного движения с СИМ на пешехода			
1.2. Столкновение между участниками дорожного движения с СИМ			
<b>2. Место конфликта – проезжая часть</b>			
2.1. Столкновение между участником дорожного движения с СИМ и немеханическим транспортным средством			
2.2. Столкновение между участником дорожного движения с СИМ и механическим транспортным средством			
<p><i>Примечание.</i> В таблице применены следующие обозначения:</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: flex-start;"> <div style="text-align: center;">               - пешеход;         </div> <div style="text-align: center;">               - участник дорожного движения с СИМ;         </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: flex-start;"> <div style="text-align: center;">               - немеханическое транспортное средство;         </div> <div style="text-align: center;">               - механическое транспортное средство.         </div> </div>			

УДК 65.013: 65.015.3: 656.086: 159.9.072: 159.937.5

Д. В. Демидов, Е. А. Лазарев, Е. А. Полушин  
(D. V. Demidov, E. A. Lazarev, E. A. Polushin)  
УГЛТУ, Екатеринбург  
(USFEU, Yekaterinburg)

**О ПРОВЕРКЕ УМЕНИЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ  
АВАРИЙНЫХ ДОРОЖНО-ТРАНСПОРТНЫХ СИТУАЦИЙ  
ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ОЦЕНКИ ПОДГОТОВЛЕННОСТИ  
ВОДИТЕЛЕЙ АВТОТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ  
К ВЫПОЛНЕНИЮ ТРУДОВЫХ ФУНКЦИЙ**  
(ABOUT CHECKING THE ABILITY TO PREDICT EMERGENCY ROAD  
TRAFFIC SITUATIONS WHILE ASSESSING THE TRAINING  
OF VEHICLE DRIVERS TO PERFORM LABOR FUNCTIONS)

*В статье показано место умения прогнозирования как обеспечение безопасности условий управления транспортным средством.*

*The article shows the place of forecasting skills how to ensure the safety of driving conditions.*

Требованиями трудового законодательства и законодательства в области обеспечения безопасности дорожного движения на территории Российской Федерации предусмотрено проведение оценки подготовленности водителей к выполнению трудовых функций (действий) [1].

Предприятия и организации, осуществляющие перевозки грузов и пассажиров, должны проводить профессиональный отбор работников – водителей транспортных средств. Проверяются не только знания, но и умения, формируемые путем упражнений, создающие возможность выполнения действия не только в привычных, но и в изменившихся условиях.

В законодательстве выделено следующее определение умения – это элементы деятельности, позволяющие что-либо делать с высоким качеством, например, точно и правильно выполнять какое-либо действие, операцию, серию действий или операций, связанных с управлением автомобилем. Умения обычно включают в себя автоматически выполняемые части, называемые навыками, но в целом представляют собой сознательно контролируемые части деятельности, по крайней мере в основных промежуточных пунктах и конечной цели [2].

Умение – освоенный субъектом способ выполнения действия, обеспечиваемый совокупностью приобретенных знаний и навыков; способность выполнять некое действие по определенным правилам, причем действие еще не достигло автоматизированности [3].

Среди умений необходимо выделить умение прогнозировать аварийные дорожно-транспортные ситуации. Важность такого умения обусловлена высокой аварийностью как в населенных пунктах, так и вне населенных пунктов, что вызвано ошибками водителей в анализе дорожно-транспортных ситуаций и принятии управляющих действий.

Умение прогнозировать – одно из самых слабых умений водителей: чем раньше будет осознано отклонение от нормального поведения, тем с большей вероятностью можно предупредить дорожно-транспортное происшествие [4].

Среди методов проверки умений водителей необходимо выделить метод анализа аварийных дорожно-транспортных ситуаций по видеоматериалам с регистраторов автомобилей, проводимый в форме собеседования.

Идея метода состоит в том, что участник дорожного движения (водитель, пешеход) находит отклонения при анализе дорожно-транспортной ситуации посредством раздражителей для органов зрения и слуха.

Установлено, что водитель может одновременно вести наблюдение за небольшим числом (2...3) объектов дорожной обстановки. Если водителю требуется переключить внимание, то часть предыдущих объектов он автоматически выпускает из вида.

Чем больше признаков перехода обстановки в опасную форму распознается, тем чаще удастся ее предупредить и тем меньше конфликтов необходимо преодолевать.

Кроме того, водитель при решении задач по распознаванию признаков и предупреждению опасностей придает относительно меньшее значение решению второй задачи – выходу из опасной обстановки.

Использование видеоизображений позволяет оценить в том числе и психофизиологические особенности водителя, связанные с сосредоточением внимания на раздражители для органов зрения.

В целом использование видеоизображений позволяет оценить:

глазомер;

чувство времени;

уровень восприятия скорости и расстояния;

объем внимания;

концентрацию и распределение внимания;

способность переключения внимания;

бдительность;

помехоустойчивость;

склонность к риску;

эмоциональную устойчивость.

Применение метода имеет определенные сложности: для каждого видеоматериала необходимо выделить не только обстоятельства и раздражители, но и их последовательность для оценки действий водителя.

Для наглядности проведем анализ дорожно-транспортной ситуации, произошедшей в городе Липецк (по видеоматериалам, полученным с регистратора автомобиля, рисунок):

- *Состояние внешней среды*: темное время суток; снегопад;
- *Дорожные условия*: регулируемый перекресток; светофор транспортный оборудован дополнительной секцией справа; улица с односторонним движением; проезжая часть имеет три полосы движения; крайняя правая полоса используется для движения направо;

– *Состояние среды движения*:

1) при красном запрещающем сигнале светофора автомобили в левом и среднем рядах стоят перед перекрестком, правая полоса свободна; обеспечивается движение транспортных средств на зеленый сигнал светофора;

2) после смены сигналов с зеленого и желтого на красный, спустя 6 секунд автомобиль продолжает движение на запрещающий сигнал светофора; водители, находящиеся на левой и средней полосах движения, начав движение на зеленый сигнал светофора, останавливаются, поскольку имеют помеху в движении, один из водителей подает звуковой сигнал, предупреждая о возможности дорожно-транспортного происшествия других участников движения, включая нарушителя;

3) для водителя, движущегося по правой полосе движения, движение запрещено (нет включения стрелки);

– *Действия водителей – участников дорожно-транспортного происшествия*: водитель, движущийся прямо по правой полосе движения, совершает наезд на автомобиль, движущийся на красный сигнал светофора.

Перечень признаков, которые должен был учесть водитель, движущийся прямо по правой полосе движения, целесообразно представить в следующей последовательности (с точки зрения восприятия конкретной дорожно-транспортной ситуации):

1) нарушение расположения автомобиля на проезжей части (крайняя правая полоса используется для движения направо, а не прямо); со стороны водителя такое расположение или результат его ошибки, или умысла;

2) автомобили остановились перед нарушителем, создав условия ограниченной видимости слева;

3) наличие водителя-нарушителя, движущегося на красный сигнал светофора;

4) несвоевременное обнаружение нарушителя при звуковом сигнале;

5) движение на запрещающий сигнал светофора;

6) отсутствие понимания необходимости снижения скорости.

Проведен эксперимент по оценке умения анализа дорожно-транспортной ситуации тремя водителями (таблица).





Фотоизображения дорожно-транспортной ситуации  
(по видеоматериалам, полученным с регистратора автомобиля)



Результаты эксперимента по оценке умения анализа  
дорожно-транспортной ситуации

Участники эксперимента	Степень восприятия водителем дорожно-транспортной ситуации (См. вышеперечисленные признаки №№ 1 - 6)		
	после первого просмотра	после второго просмотра	после третьего просмотра
Водитель № 1 (мужского пола)	Водитель отметил признак № 3, но без учета сигналов светофора.	Водитель отметил признаки №№ 1, 3, 5.	Водитель отметил признаки №№ 1, 3, 5, не отмечая других признаков.
Водитель № 2 (женского пола)	Водитель отметил признак № 3, но без учета сигналов светофора. Отмечены признаки, не относящиеся к дорожно-транспортной ситуации (наличие пешеходов)	Водитель отметил признаки №№ 3, 4.	Водитель отметил признаки №№ 3–5, не отмечая других признаков.
Водитель № 3 (мужского пола)	Водитель отметил признаки №№ 2–4.	Водитель отметил признаки №№ 2–4, не отмечая других признаков.	Водитель отметил признаки №№ 2–4, не отмечая других признаков.

Результаты исследования показывают, что при наличии шести признаков перехода дорожно-транспортной обстановки в опасную форму исследуемые водители, даже после третьего просмотра, показали наличие только трех признаков. Неполнота восприятия водителем дорожно-транспортной ситуаций обуславливает ошибочность действий водителями.

Наоборот, способность распознавания большего числа признаков перехода дорожно-транспортной обстановки в опасную форму считается умением прогнозирования аварийной дорожно-транспортной ситуации.

*Библиографический список*

1. Порядок прохождения профессионального отбора и профессионального обучения работниками, принимаемыми на работу, непосредственно связанную с движением транспортных средств автомобильного транспорта и городского наземного электрического транспорта: Приказ Министерства транспорта Российской Федерации от 11 марта 2016 г. № 59.

2. Методические рекомендации к примерным программам профессионального обучения водителей транспортных различных категорий и подкатегорий по предметам базового цикла: Письмо Минобрнауки России от 18 августа 2015 г. № АК-2288/06.

3. Словарь практического психолога / Сост. С.Ю. Головин. – Минск: Харвест, 1997. – 800 с.

4. Дитер Клеббельсберг Транспортная психология / Пер. с нем. А. Б. Тарасова; под ред. В. Б. Мазуркевича. – М. : Транспорт, 1989. – 366 с.

УДК 343.148: 656.08

Д. В. Демидов, К. В. Решетников, Б. А. Сидоров  
(D. V. Demidov, K. V. Reshetnikov, B. A. Sidorov)  
УГЛТУ, Екатеринбург  
(USFEU, Yekaterinburg)

**АНАЛИЗ КЛАССИФИКАЦИИ ОПРОКИДЫВАНИЙ  
АВТОТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ И ОБСТОЯТЕЛЬСТВ,  
СПОСОБСТВУЮЩИХ ОПРОКИДЫВАНИЯМ  
АВТОТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ  
(ANALYSIS OF THE CLASSIFICATION OF ROLLOVERS  
OF VEHICLES AND THE CIRCUMSTANCES CONDUCIVE  
TO ROLLOVERS OF VEHICLES)**

*В статье проведен анализ применяемой в судебной автотехнической экспертизе классификации опрокидываний автотранспортных средств и обстоятельств, способствующих опрокидываниям автотранспортных средств.*

*The article analyzes the classification of vehicle rollovers used in the forensic autotechnical examination and the circumstances contributing to vehicle rollovers.*

*Опрокидывание* – дорожно-транспортное происшествие, при котором транспортное средство вследствие неправильных приемов управления, неблагоприятных дорожных условий, технической неисправности или каких-либо других причин потеряло устойчивость и перевернулось вверх дном или повалилось набок. Не являются опрокидываниями дорожно-транспортные происшествия, при которых они произошли в результате столкновения одного транспортного средства с другим либо наезда его на неподвижные предметы [1].

В судебной автотехнической экспертизе согласно [2] опрокидывания автотранспортных средств разделяют на три группы (табл. 1).

Проводя анализ существующей классификации, приходим к выводу, что ряд положений приведенной классификации находится в противоречии с определением «опрокидывание», характеризующего вид дорожно-транспортных происшествий в системе учета [3].

Таблица 1

## Классификация опрокидываний автотранспортных средств

Группы опрокидываний	Подгруппы опрокидываний
<b>1. Опрокидывание под действием силы инерции движущегося транспортного средства</b>	<b>а)</b> Движение транспортного средства с заносом по поверхности дороги с высоким значением коэффициента сцепления или с вязким рыхлым грунтом, в который колеса врезаются при их боковом смещении
	<b>б)</b> Ограничение смещения колес в направлении движения транспортного средства (упор в бордюр, выбоины в процессе заноса – боковое опрокидывание, упор передних колес в неподвижное препятствие – опрокидывание через переднюю ось)
	<b>с)</b> Резкий поворот транспортного средства с радиусом, не соответствующим избранной скорости по условиям устойчивости против опрокидывания на дорогах с высоким значением коэффициента сцепления (или коэффициентом сопротивления перемещению колес в поперечном направлении – на неровной твердой поверхности). Опрокидывание возможно без возникновения заноса
	<b>д)</b> Резкие колебания корпуса транспортного средства после удара о препятствие. В процессе отбрасывания от места удара вертикальные составляющие реакции на колесах одной стороны могут резко возрасти в результате перераспределения нагрузки, способствуя увеличению сил сцепления с покрытием дороги и возрастанию благодаря этому опрокидывающего инерционного момента. Опрокидыванию может способствовать так же смещение центра тяжести транспортного средства в направлении опрокидывания вследствие крена
<b>2. Опрокидывание под воздействием момента приложенной к транспортному средству силы</b>	<b>а)</b> Действие силы удара при столкновении с другими транспортными средствами, приложенной выше его центра тяжести. Опрокидывание возможно при нанесении удара под углом к продольной оси
	<b>б)</b> Действие вертикальной составляющей силы удара при наезде или переезде через препятствие колесами одной стороны
	<b>с)</b> Действие силы со стороны оборванного карданного вала при его упоре в поверхность дороги
<b>3. Опрокидывание под воздействием силы веса самого транспортного средства</b>	<b>а)</b> Движение вдоль крутого откоса, когда центр тяжести транспортного средства выходит за линию, проходящую через точки приложения реакций колес одной стороны
	<b>б)</b> Потеря опоры под колесами одной стороны, когда транспортное средство выезжает за пределы моста или обочины, за которой расположен откос

Так, не применимы пункты 1д, 2а, поскольку в п. 1д предусматривается, что опрокидывание происходит после наезда на препятствие, а в п. 2а предусматривается, что опрокидывание происходит после столкновения с другими транспортными средствами.

Пункт 1б применим частично, поскольку предусматривается, что опрокидывание происходит после наезда на неподвижное препятствие.

Пункт 3б применим в случае, если у моста и на обочине не будет ограждения. В противном случае предусматривается, что опрокидывание будет происходить после наезда на ограждение.

При исследовании причин опрокидывания транспортных средств судебной автотехнической экспертизе согласно [2] выделены обстоятельства, которые ему способствуют (табл. 2).

Таблица 2

Обстоятельства, способствующие опрокидываниям  
автотранспортных средств

Группы обстоятельств	Подгруппы обстоятельств
<b>1. Обстоятельства, связанные с действиями водителя</b>	<b>а)</b> Высокая скорость движения транспортного средства, что увеличивает силы инерции, действующие на него при изменении направления движения, силы взаимодействия при столкновениях и наездах на препятствия, размах колебаний корпуса транспортного средства после удара и вероятность возникновения заноса, приводящего к опрокидыванию
	<b>б)</b> Резкие приемы управления, способствующие увеличению действующих на транспортное средство инерционных сил и возникновению заноса
<b>2. Обстоятельства, связанные с дорожными условиями</b>	<b>а)</b> Движение под уклон и с боковым креном, что при повороте снижает устойчивость транспортного средства в результате возникающего крена в направлении опрокидывания
	<b>б)</b> Вязкий рыхлый неровный грунт или покрытие с высоким значением коэффициента сцепления, что вызывает более сильное сопротивление проскальзыванию колес в процессе заноса и, следовательно, возрастание опрокидывающего инерционного момента
	<b>с)</b> Низкое значение коэффициента сцепления и другие причины возникновения заноса, способствующие опрокидыванию, если оно возможно в конкретном случае при движении транспортного средства с заносом и разворотом
<b>3. Обстоятельства, связанные с состоянием транспортного средства</b>	<b>а)</b> Выход воздуха из шины колеса или повреждение подвески при повороте в сторону, противоположную месту расположения этого колеса, что способствует увеличению крена в сторону опрокидывания
	<b>б)</b> Неравномерное распределение нагрузки по ширине транспортного средства либо перемещение груза в поперечном направлении, что смещает центр тяжести транспортного средства к колесам одной стороны, снижая устойчивость против опрокидывания на эту сторону
	<b>с)</b> Наличие жидкого груза (цистерны с жидкостью, самосвалы с жидким бетоном), что способствует смещению центра тяжести транспортного средства в направлении опрокидывания
	<b>д)</b> Высокое расположение центра тяжести транспортного средства, что способствует увеличению опрокидывающего момента равнодействующей инерционных сил

Проводя анализ данного ряда обстоятельств, способствующих опрокидыванию, приходим к выводу, что ряд положений приведенных обстоятельств находится в противоречии с определением «опрокидывание».

Так, не применимы части пункта 1а «... силы взаимодействия при столкновениях и наездах на препятствия», поскольку предусматривается, что опрокидывание происходит после наезда на препятствие и после столкновения с другими транспортными средствами.

Полученные выводы рекомендуются к применению при производстве судебных автотехнических экспертиз по материалам дорожно-транспортных происшествий.

### *Библиографический список*

1. Аверьянов В. Н. Словарь основных терминов судебной автотехнической экспертизы. – М. : ВНИИ судебных экспертиз (ВНИИСЭ), 1988. – 65 с.
2. Транспортно-трасологическая экспертиза по делам о ДТП (диагностические исследования): метод. пособие для экспертов, следователей и судей; Вып. 2 / Под ред. Ю. Г. Корухова. – М. : ВНИИСЭ, 1988. – 104 с.
3. Об организации учета, сбора и анализа сведений о дорожно-транспортных происшествиях : Приказ МВД России от 19 июня 2015 г. – № 699.

УДК 343.148: 656.08

Д. В. Демидов, К. В. Решетников  
(D. V. Demidov, K. V. Reshetnikov)  
УГЛТУ, Екатеринбург  
(USFEU, Yekaterinburg)

## **О КЛАССИФИКАЦИИ ДОРОЖНО-ТРАНСПОРТНЫХ СИТУАЦИЙ, ПРИВОДЯЩИХ К ОПРОКИДЫВАНИЯМ ГРУЗОВЫХ АВТОТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ (ON THE CLASSIFICATION OF ROAD TRAFFIC SITUATIONS LEADING TO ROLLOVERS OF FREIGHT VEHICLES)**

*В статье предложена для применения в судебной автотехнической экспертизе классификация дорожно-транспортных ситуаций, приводящих к опрокидываниям грузовых автотранспортных средств.*

*The article proposes a classification of road traffic situations leading to overturning of freight vehicles for use in forensic autotechnical examination.*

*Опрокидывание* – дорожно-транспортное происшествие, при котором транспортное средство вследствие неправильных приемов управления, неблагоприятных дорожных условий, технической неисправности или каких-либо других причин потеряло устойчивость и перевернулось вверх дном или повалилось набок. Не являются опрокидываниями дорожно-транспортные происшествия, при которых они произошли в результате столкновения одного транспортного средства с другим либо наезда его на неподвижные предметы [1].

В судебной автотехнической экспертизе согласно [2] опрокидывания автотранспортных средств разделяют на три группы:

- опрокидывания под действием силы инерции движущегося транспортного средства;
- опрокидывания под воздействием момента приложенной к транспортному средству силы;
- опрокидывания под воздействием силы веса самого транспортного средства.

Предлагается классификация дорожно-транспортных ситуаций, приводящих к опрокидываниям грузовых автотранспортных средств, основанная следующих положениях:

- не изменяются виды опрокидываний по существующей классификации;
- описание дорожно-транспортных ситуаций, приводящих к опрокидываниям грузовых автотранспортных средств, проводится по элементам системы «Водитель – Автомобиль – Дорога - Среда» [3], т. е. учитываются характеристики внешней среды, дорожных условий (постоянных, переменных), автомобиля и возможная характеристика действий водителя;
- учитывается расположение и закрепление груза в автомобиле.

Это позволяет увеличить число возможных дорожно-транспортных ситуаций, приводящих к опрокидываниям грузовых автотранспортных средств (таблица).

Предложенные для классификации дорожно-транспортные ситуации, приводящие к опрокидываниям грузовых автотранспортных средств, имели реальное действие (по анализу дорожно-транспортного происшествия с использованием записей видеорегистраторов).

Предложенная классификация дорожно-транспортных ситуаций, приводящих к опрокидываниям грузовых автотранспортных средств, позволяет выделить роль элементов системы «Водитель – Автомобиль – Дорога - Среда» в формировании условий возникновения дорожно-транспортных происшествий.

Предложенная классификация рекомендуется к применению при производстве судебных автотехнических экспертиз по материалам дорожно-транспортных происшествий.

# Классификация дорожно-транспортных ситуаций, приводящих к опрокидываниям грузовых автотранспортных средств

Тип дорожно-транспортной ситуации	Описание дорожно-транспортной ситуации	Описание дорожно-транспортной ситуации, приводящей к опрокидываниям грузовых автотранспортных средств				
		Характеристика внешней среды (С)	Характеристика дорожных условий (Д)		Характеристика автомобиля (А)	Возможная характеристика действий водителя (В)
			постоянных	переменных		
1	2	3	4	5	6	7
<b>1. Опрокидывание под действием силы инерции движущегося транспортного средства</b>						
Движение транспортного средства с заносом по поверхности проезжей части (прямая в плане)	С высоким значением коэффициента сцепления поверхности проезжей части	Без осадков	Прямая в плане	Скользкости нет	При оснащении автомобиля системами ABS, ESP эффективность работы таких систем не оцениваем	1. Движение на высокой скорости. 2. Резкий поворот рулевого колеса и (или) значительный угол поворота (при перестроении, обгоне, уходе от дорожно-транспортного происшествия).
	С низким значением коэффициента сцепления поверхности проезжей части	Осадки летние (зимние) формируют состояние поверхности проезжей части	Прямая в плане	Скользкость есть		1. Движение без превышения скорости или на высокой скорости. 2. Резкий поворот рулевого колеса и (или) значительный угол поворота (при перестроении, обгоне, уходе от дорожно-транспортного происшествия).
	С вязким рыхлым грунтом, в который колеса врезаются при их боковом смещении на обочине	Осадки летние (зимние) формируют состояние поверхности проезжей части и обочин	Прямая в плане	Неукрепленная или загрязненная обочина		3. Ускорения и замедления при осуществлении маневров

Продолжение таблицы

1	2	3	4	5	6	7
Ограничение смещения колес в направлении движения транспортного средства	Упор в бордюр, выбоины, колеи в процессе заноса – боковое опрокидывание	1. Осадки летние (зимние) формируют состояние поверхности проезжей части. 2. Накопление осадков летних (зимних) скрывает дефекты проезжей части	1. Прямая в плане. 2. Бордюр – элемент поперечного профиля дороги (улицы)	1. Скользкость имеется или отсутствует 2. Выбоины, колеи – дефекты содержания проезжей части	При оснащении автомобиля системами ABS, ESP эффективность работы таких систем не оцениваем	То же. Имеет место неполнота информации о состоянии проезжей части, в том числе о расположении на ней дефектов
	Упор в бордюр, выбоины, колеи – боковое опрокидывание	Накопление осадков летних (зимних) скрывает дефекты проезжей части	1. Прямая в плане. 2. Бордюр – элемент поперечного профиля дороги (улицы)	Выбоины, колеи - дефекты содержания проезжей части		Имеет место неполнота информации о состоянии проезжей части, в том числе о расположении на ней дефектов
Резкий поворот транспортного средства с радиусом, не соответствующим избранной скорости по условиям устойчивости против опрокидывания на дорогах	С заносом по поверхности проезжей части	Осадки летние (зимние) формируют состояние поверхности проезжей части и обочин	Радиус кривой в плане соответствует или не соответствует требованиям безопасности движения	Скользкость имеется или отсутствует	При оснащении автомобиля системами ABS, ESP эффективность работы таких систем не оцениваем	1. Движение без превышения скорости или на высокой скорости. 2. Резкий поворот рулевого колеса и (или) значительный угол поворота. 3. Ускорения и замедления при осуществлении маневров
	Без заноса, с высоким значением коэффициента сцепления	Без осадков		Скользкости нет		
	Без заноса, с коэффициентом сопротивления перемещению колес в поперечном направлении – на неровной твердой поверхности	Без осадков		Наличие неровностей поперечного и продольного профилей		



Продолжение таблицы

1	2	3	4	5	6	7
Поворот транспортного средства на кривой в плане без устройства виража (расчетная скорость движения не соответствует условию устойчивости против опрокидывания)	С высоким значением коэффициента сцепления	Без осадков, недостаточная видимость	1. Радиус кривой в плане не соответствует требованиям безопасности движения 2. Отсутствие виража	Скользкости нет	При оснащении автомобиля системами ABS, ESP эффективность работы таких систем не оцениваем	1. Движение без превышения скорости или на высокой скорости. 2. Резкий поворот рулевого колеса и (или) значительный угол поворота. 3. Ускорения и замедления при осуществлении маневров
	С низким значением коэффициента сцепления	Осадки летние (зимние) формируют состояние поверхности проезжей части и обочин		Скользкость имеется		
2. Опрокидывание под воздействием момента приложенной к транспортному средству силы						
Действие силы со стороны частей конструкции транспортного средства	Отказ частей конструкции ТС (упор оборванного карданного вала в поверхность дороги)	Возможно влияние	Возможно влияние	Возможно влияние	1. Заводской дефект. 2. Невыполнение или нарушение технологии выполнения работ по техническому обслуживанию и ремонту.	
Действие силы со стороны частей конструкции транспортного средства	Отказ частей конструкции транспортного средства (упор оборванного карданного вала в поверхность дороги)	Возможно влияние	Возможно влияние	Возможно влияние	Перегруз транспортного средства	1. Отсутствие контроля (невнимательность) водителя при принятии груза к перевозке. 2. Намеренное действие
		1. Осадки летние (зимние) формируют состояние поверхности проезжей части. 2. Накопление осадков летних (зимних) скрывает неровности проезжей части		Наличие неровностей на поверхности проезжей части	Возможно влияние	1. Движение на высокой скорости. 2. Невнимательность водителя. 3. Имеет место неполнота информации о расположении неровностей на поверхности проезжей части

Продолжение таблицы

1	2	3	4	5	6	7
<b>3. Опрокидывание под воздействием силы тяжести самого транспортного средства</b>						
Центр тяжести транспортного средства выходит за линию, проходящую через точки приложения реакций колес одной стороны	Съезд с проезжей части через обочину на откос насыпи (выемки)	Возможно влияние	Откос насыпи (выемки) пологий (1:6) или крутой (1:1,5; 1:3)	Возможны неровности откоса насыпи (выемки)	1. Возможно влияние. 2. При оснащении автомобиля системами ABS, ESP эффективность работы таких систем не оцениваем	1. Водитель уснул за рулем. 2. Водитель в нетрезвом состоянии. 3. Во избежание дорожно-транспортного происшествия. 4. Следствие наезда на дефекты проезжей части и обочины
	Выезд на дорогу по откосу насыпи (выемки)					Сознательные действия водителя
	Центр масс завышен (например, перевозка лесоматериалов в бортовом кузове)	Возможно влияние	Возможно влияние, особенно при движении на кривой в плане	Возможно влияние, особенно при наличии неровностей поперечного и продольного профилей	1. Нарушение правил загрузки транспортного средства. 2. Использование подвижного состава не предназначенного для перевозки конкретного груза	1. Нарушение требований Правил перевозки груза. 2. Движение без превышения скорости или на высокой скорости. 3. Резкий поворот рулевого колеса и (или) значительный угол поворота при осуществлении маневров. 4. Ускорения и замедления при осуществлении маневров
	Центр масс транспортного средства с грузом смещается в сторону при смещении груза				Отсутствие либо недостаточное крепление груза	1. Нарушение требований к размещению, креплению груза 2. Движение без превышения скорости или на высокой скорости. 3. Резкий поворот рулевого колеса и (или) значительный угол поворота при движении. 4. Ускорения и замедления при движении

Окончание таблицы

1	2	3	4	5	6	7
Потеря опоры под колесами одной стороны	Транспортного средство выезжает за пределы проезжей части на обочину	1. Наличие недостаточной видимости. 2. Накопление осадков летних (зимних) скрывает занижение обочины	1. Возможно влияние, особенно при движении на кривой в плане. 2. Недостаточная ширина проезжей части	1. Наличие дефекта земляного полотна – занижение обочины. 2. Значительный уклон поверхности заниженной обочины	Возможно влияние	1. Водитель уснул за рулем. 2. Водитель в нетрезвом состоянии. 3. Во избежание дорожно-транспортного происшествия. 4. Имеет место неполнота информации о расположении занижения обочины
	Транспортного средство выезжает за пределы моста (путепровода), не имеющего ограждения	Возможно влияние, особенно недостаточная видимость	Отсутствие ограждения на искусственном сооружении	Возможно влияние	Возможно влияние	1. Водитель уснул за рулем. 2. Водитель в нетрезвом состоянии.

### Библиографический список

1. Аверьянов В. Н. Словарь основных терминов судебной автотехнической экспертизы. – М. : ВНИИ судебных экспертиз (ВНИИСЭ), 1988. – 65 с.
2. Транспортно-трассологическая экспертиза по делам о ДТП (диагностические исследования): метод. пособие для экспертов, следователей и судей; Вып. 2 / Под ред. Ю. Г. Корухова. – М. : ВНИИСЭ, 1988. – 104 с.
3. Ротенберг Р. В. Основы надежности системы водитель – автомобиль – дорога – среда. – М. : Машиностроение, 1986. – 216 с.

УДК 625.711

А. Д. Дроздов, М. В. Бормотов,  
А. В. Сирота, Е. В. Моор, С. И. Булдаков  
(A. D. Drozdov, M. V. Bormotov,  
A. V. Sirota, E. V. Moor, S. I. Buldakov)  
УГЛТУ, Екатеринбург  
(USFEU, Yekaterinburg)

**МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ФОРМИРОВАНИЯ  
РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА ДОРОЖНЫХ ОБОЧИН  
(MODELING THE PROCESS OF VEGETATION COVER  
FORMATION ON ROADSIDES)**

*В статье рассмотрен вопрос о моделировании процесса зарастания откосов автомобильных дорог. На основе выбранной модели проведены эксперименты, позволяющие осуществить прогноз зарастания откосов с целью оптимизации эксплуатационных дорожных затрат.*

*The article deals with the issue of modeling the process of overgrowth of road slopes. On the basis of the selected model, experiments were carried out that make it possible to forecast slope overgrowth in order to optimize operational road costs.*

Изначально для любой автомобильной дороги борьба с зарастанием обочин растительностью и кустарником представляет собой серьезную проблему. Проблема борьбы с растительностью имеет для автомобильных дорог различные аспекты в зависимости от места (по отношению к дороге) нахождения растений. Есть участки, на которых растения требуют полного уничтожения, и есть участки, на которых необходимо укрепление призм грунта для предупреждения размыва грунтов с последующим уходом за травами. При научном подходе к решению вышеперечисленных задач требуется рассмотреть возможность моделирования формирования растительного сообщества на обочинах и кюветах автомобильных дорог. Это позволяет количественно снижать процесс зарастания и спрогнозировать качественные процессы, сопровождающиеся бурным развитием растений. Из широкого ряда моделей роста численности живых сообществ подходят модели и дифференциальные уравнения, разработанные для описания численности биологических организмов в замкнутой среде [1, 2]. Очень важно при моделировании процесса создания растительного сообщества на обочинах и кюветах автомобильных дорог является то, что это сообщество должно рассматриваться как единая и замкнутая система, которую можно характеризовать числом растений на данный момент. Важным моментом рассматриваемой системы является взаимодействие ее элементов с окру-

жающей средой и между собой. В рамках самой системы можно говорить о критерии системности роста [1]. Любая биологическая система характеризуется определенными элементами взаимодействия с однородными структурами, обогащаясь или угнетаясь в результате такого взаимодействия. Все эти факторы, безусловно, требуют учета при моделировании любой биосистемы [4, 5].

Пусть число особей в момент времени  $t$  характеризуется величиной  $N(t)$ . Это будет ведущей аддитивной переменной, подчиняющей все остальные [3]. Эта модель позволяет рассмотреть жизнь биосистемы без учета конкретных особей, она основана на гипотезе о постоянстве относительной скорости роста системы. Это своего рода принцип инерции развития системы, и в этом случае можно показать, что рост должен описываться степенным законом. В этой модели исключаются экспотенциальный и логистический рост, имеющие внутренний масштаб времени – времени удвоения [1, 2]. Степенной закон был обнаружен рядом авторов (Маккендрик, Форстер, Хорнер), которые предложили эмпирическую формулу роста:

$$N = \frac{C}{T_1 - T}, \quad (2.1)$$

где  $C$  – постоянная модели, шт./год.

$T_1$  – предельная временная характеристика, характеризующая период развития системы, год.

Для описания процесса жизни биосистемы при нестационарном распределении числа ее особей, а также наличии возможности элементов миграции членов биосистемы можно использовать кинетическое уравнение [3].

Проведя детальные эксперименты по существованию биосистемы в течение 2–3 лет и определив достаточно надежные численные коэффициенты, можно с невысокой погрешностью определить параметры численности особей растительного покрова обочин и кюветов при прогнозировании ресурсов, необходимых при эксплуатации автомобильных дорог.

На основе анализа моделей об изменении численности представителей биосистемы наиболее удачной, на наш взгляд, для описания роста числа биологических особей в замкнутой среде является Мальтузианская модель роста народонаселения, предложенная Томасом Робертом Мальтусом в 1798 г. Поскольку растения, представляющие собой в большинстве своем биологические сообщества, проявляют в отношении роста и численности те же свойства и тренды, что и животные сообщества. Для растений также характерна межвидовая борьба, которая проявляется в подавлении одного вида растений другими вблизи расположенных по месту прорастания. В итоге взрывное зарастание территории исключается и на рассматриваемом участке формируется сообщество с почти постоянным числом особей.

Для описания процесса зарастания обочин и откосов автомобильных дорог принимается модель экспотенциального роста членов биосообщества в следующем виде [1]:

$$\frac{dN}{dT} = a_1 N - a_2 \frac{N^2}{M}, \quad (2.8)$$

где  $N$  – число членов сообщества;

$t$  – время;

$a_1$  – постоянная роста (мальтузианский параметр);

$a_2$  – коэффициент межвидовой и внутривидовой борьбы и ограниченности ресурсов;

$M$  – максимальный размер популяции.

Данный класс моделей был предложен французским математиком Пьером Франсуа Фегильстом в 1838 г. Первое слагаемое соответствует росту популяции, а второе слагаемое учитывает ограничение роста популяции из-за отсутствия ресурсов и фактора межвидовой и внутривидовой борьбы.

По полученной модели можно решать задачу прогнозирования зарастания откосов и обочин автомобильных дорог с целью оптимизации расходов и процесса содержания этих инженерных сооружений.

На основе полученных экспериментальных данных можно сделать следующие выводы.

1. Полное формирование растительности на обочинах автомобильных дорог по завершении строительства или реконструкции происходит к концу третьего года эксплуатации дорожной системы.

2. Проведение текущей срезки растительности в процессе эксплуатации автомобильной дороги существенно зависит от погоды и условий прорастания. Получение соответствующих рекомендаций требует дополнительных исследований и более тщательное обоснование коэффициентов  $a_1$  и  $a_2$ .

#### *Библиографический список*

1. Капица С. П. Модель развития человечества и проблемы экономики. «Вопросы экономики». – М., 2000. – № 12. – С. 152.

2. Капица С. П. Феноменологическая теория роста населения Земли. «Успехи физических наук». – М. – Т. 166. – №1. – С. 63–80.

3. Николис Г., Пригожин И. Р. Самоорганизация в неравновесных системах. – М. : Мир, 1984. – 318с.

4. ОДМ 218.3.031 – 2013. Методические рекомендации по охране окружающей среды при строительстве, ремонте и содержании автомобильных дорог. Росавтодор. – М., 2015. – 76 с.

5. ОДМ. «Методические рекомендации по содержанию полосы отвода автомобильных дорог химико-механическим способом. – М. : Стандартинформ, 2003. – 12 с.

УДК 519.876.6

С. Н. Исаков, Д. С. Калмыков  
(S. N Isakov, D. S. Kalmykov)  
УГЛТУ, Екатеринбург  
(USFEU, Yekaterinburg)

**ЦИФРОВЫЕ ДВОЙНИКИ ОБОРУДОВАНИЯ  
МАССОПОДВОДЯЩЕЙ СИСТЕМЫ**  
(DIGITAL TWIN EQUIPMENT IN THE MASS SUPPLY SYSTEM)

*Рассмотрена классификация цифровых двойников и применение их для оборудования массоподводящей системы бумагоделательной машины.*

*The classification of digital twins and their application for the equipment of the mass supply system of a paper machine is considered.*

Анализ литературы выявил массу вариантов определения «Цифровой двойник» и смысл тоже немного отличается. Более общее определение: «Цифрой двойник – виртуальный прототип реального объекта, группы или процессов. Это сложный программный продукт, который создаётся на основе самых разнообразных данных» [1].

По многочисленным классификациям можно выделить три вида цифровых двойников: прототип, экземпляр и агрегатор [2, 3]. Вкратце приведем описание их. *Прототип* – это цифровая модель, которой достаточно для описания и создания физических реальных объектов. Это не только геометрическая и структурная модели, но технологические, а также спецификации процессов и услуг. *Экземпляр* – это цифровая модель конкретного физического объекта, с которым связан весь срок службы. Ведется хронология отказов, ремонтов и других операций с объектом. *Агрегатор* – это система, которая объединяет всех цифровых двойников с мониторингом показаний датчиков.

В целом работа «Цифровой модели» не ограничивается только сбором информации с оборудования, отслеживанием его технического состояния, прогнозированием остаточного ресурса и формированием перечня работ при предстоящем ремонте (обслуживании), но и даёт рекомендации об изменении параметров оборудования для оптимальной его работы. В некоторых случаях «цифровой двойник» можно рассматривать как лабораторную установку, которая позволяет экспериментировать с параметрами системы или воспроизводить сценарии «А что, если...».

Актуальным вопросом остаётся полнота (объём) снимаемых параметров с реального объекта. Малое количество датчиков не позволит снимать всю доступную информацию со всех интересуемых узлов машины и режимах работы. Большой период измерения может «пропустить» быстро-текущий технологический процесс или быстроразвивающийся дефект

оборудования. Другая крайность с большим количеством датчиков и с большой частотой измерения приведет не только к огромному потоку информации, которую нужно обработать и хранить, но её нужно еще передать. В некоторых случаях ограничением могут быть скорость передачи данных беспроводных сетей [1]. Использование цифровой модели повышает энергоэффективность насоса.

С точки зрения эксплуатации большое количество датчиков усложнит работу обслуживающему персоналу, в плане их демонтажа, установки обратно и настройки.

Цифровая модель может также использоваться при монтаже. Если будет известно точное расположение узлов, опорных элементов, элементов здания и т.д., то будет уменьшаться объем слесарных работ «по месту» при монтаже.

#### *Взаимодействие цифрового двойника и насоса*

На рис. 1 представлено взаимодействие цифрового двойника (ЦД) и насоса. Датчики 1 и 2 измеряют давление в подводящих и отводящих коллекторах, использование которых также даст информацию по пульсации бумажной массы. Датчики 3, 4 и 5 – комбинированные датчики, измеряющие вибрацию и температуру подшипников насоса и электродвигателя. Поддачи насос изменяется ЧР – блок частотного регулирования. Для диагностики и контроля используется амперметр или ваттметр (поз. 6) [4].

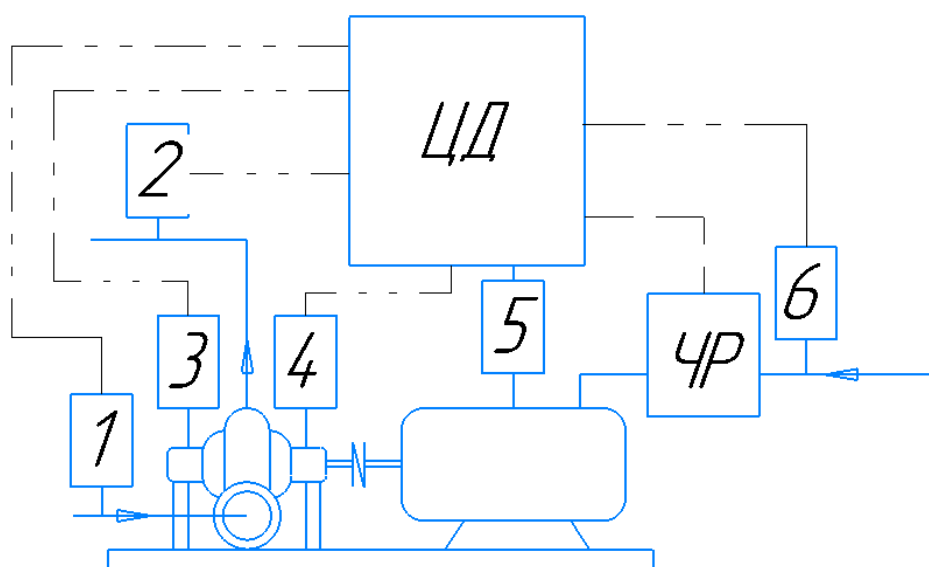


Рис. 1. Взаимодействие цифрового двойника и насоса:  
 ЦД – цифровой двойник; ЧР – частотный регулятор; 1 и 2 – манометры;  
 3, 4 и 5 – датчики измерения вибрации и температуры;  
 6 – амперметр или ваттметр



### *Взаимодействие цифрового двойника и гидродинамической сортировки*

Схема (рис. 2) обмена данными цифрового двойника (ЦД) и сортировки с гидродинамическими лопастями. Сортировка работает под давлением и его нужно отслеживать датчиками 1 и 2. Также требуется контролировать вибрацию подшипников и их температуру (поз. 3 и 4). Для возможности регулирования оборотов используется частотный регулятор (ЧР). Измерение силы тока электродвигателя производится амперметром 6 также для контроля работы сортировки [5].

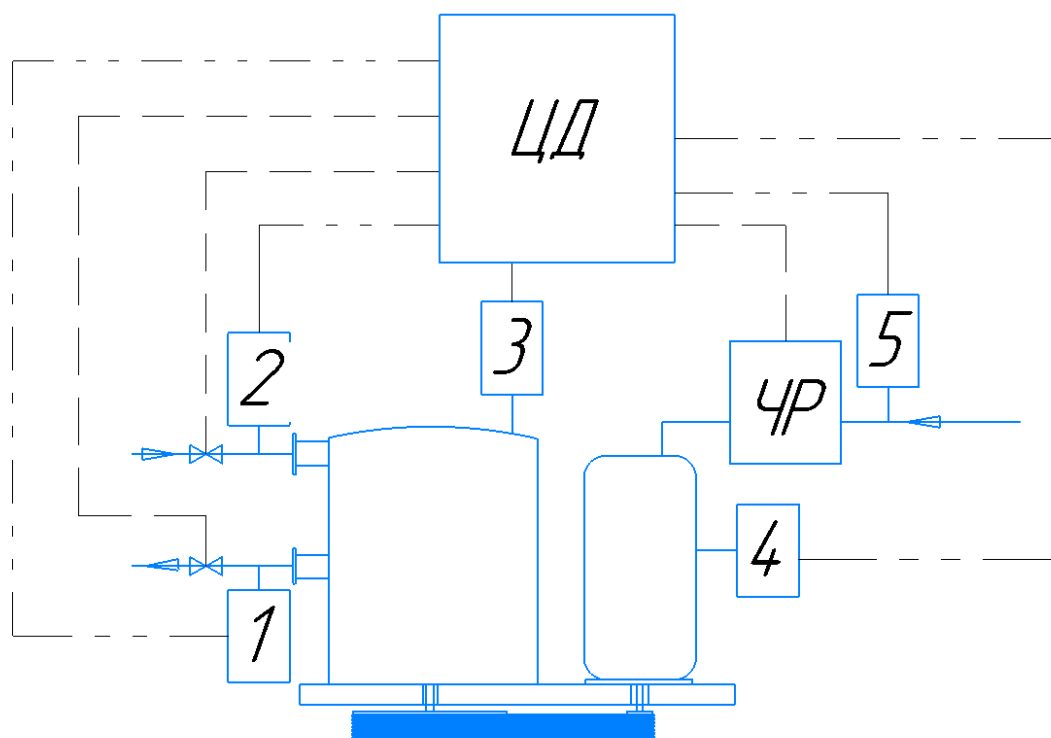


Рис. 2. Взаимодействие цифрового двойника и сортировки:

ЦД – цифровой двойник; ЧР – частотный регулятор; 1 и 2 – манометры; 3 и 4 – датчики измерения вибрации и температуры; 5 – амперметр или ваттметр

### *Взаимодействие цифрового двойника и вихревых очистителей*

Вихревой очиститель работает благодаря перепаду давлений на входе бумажной массы, очищенной буммассы и отходов. Их нужно отслеживать манометрами 2, 3 и 4. Датчик 1 отслеживает качество очистки бумажной массы, а датчик 5 измеряет концентрацию товарного волокна в отходах. Информация с датчиков поступает в цифровой двойник (ЦД), и для изменения параметров вихревого очистителя возможен управляющий сигнал на регулируемую арматуру (рис. 3).

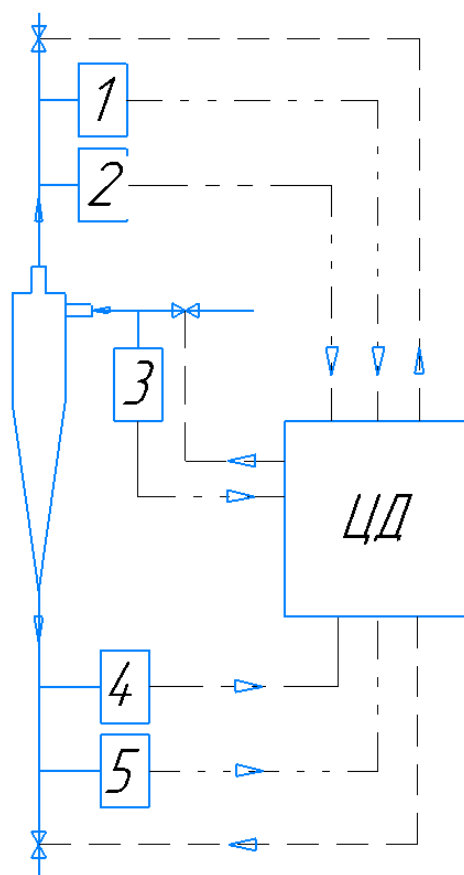


Рис. 3. Взаимодействие цифрового двойника и вихревого очистителя:  
ЦД – цифровой двойник; 1 – датчик, отслеживающий качество очистки;  
2, 3 и 4 – манометры; 5 – датчик измерения концентрации товарного волокна в отходах

В заключение отметим, что стоимость внедрения данных технологий большая. Хотя аппаратная часть с каждым годом дешевеет, но большая часть затрат – это внедрение, адаптация и настройка. Возможно в некоторых отраслях эффект от внедрения цифровых двойников не превысит затраты.

### *Библиографический список*

1. Дмитриев А. Н., Саяхова А. Ф. Цифровые двойники: использование технологии, проблемы и перспективы развития // Исследование цифровизации экономики России: отраслевые аспекты: мат. студ. круглого стола в рамках X Межд. науч.-практ. Конф., посвященной 113-летию РЭУ им. Г. В. Плеханова. Под редакцией В. И. Ресина. – М. : РЭУ им. Г. В. Плеханова, 2020. – С. 28–36.
2. Поляков Р. Н., Беляев И. В. Предпосылки создания цифровых двойников энергогенерирующего оборудования // Энерго- и ресурсосбережение – XXI век: мат. XVII Междунар. науч.-практ. конф. – Орел : ОГУ им. И. С. Тургенева, 2019. – С. 213–218.

3. Кокорев Д. С., Юрин А. А. Цифровые двойники: понятия, типы и преимущества для бизнеса // Colloquium-journal – Голопристанский районный центр занятости. – 2019. – № 10-2 (34). – С. 101–104.

4. Исаков С. Н. Разработка методов диагностики конструктивных элементов массо-подводящих систем бумагоделательных машин: дис. ... канд. техн. наук 05.21.03. – Екатеринбург, 2010. – 145 с.

5. Исаков С. Н., Сокотов В. А. Колебания вертикальных роторов сортировок бумажной массы // Молодые ученые – ускорению научно-технического прогресса в XXI в.: сб. тр. II Всерос. науч.-техн. конф. аспирантов, магистрантов и молодых ученых с международным участием. – Ижевск : Ижевский гос. техн. ун-т им. М. Т. Калашникова, 2013 – С. 220–224.

УДК 625.852:630.383

И. А. Карабутова, С. И. Булдаков  
(I. A. Karabutova, S. I. Buldakov)  
УГЛТУ, Екатеринбург  
(USFEU, Yekaterinburg)

# **ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТРОВ ЭФФЕКТИВНОСТИ УСТРОЙСТВА АСФАЛЬТОБЕТОННЫХ ПОКРЫТИЙ ЛЕСОВОЗНЫХ ДОРОГ** (DETERMINATION OF MAIN EFFICIENCY PARAMETERS OF LOGGING ROADS ASPHALT CONCRETE PAVEMENT)

*Статья посвящена вопросам повышения эффективности технологии устройства асфальтобетонного покрытия лесовозных дорог. Определены основные параметры качества асфальтобетонной смеси и технологические параметры производства асфальтобетонных работ. Для решения поставленной задачи предложено дальнейшее использование методов нечеткой логики.*

*The article is devoted to the measures of improving the efficiency of asphalt concrete paving technology on logging roads. The main quality parameters of asphaltic concrete mix and technological parameters of asphalt concrete production works are defined. Further usage of fuzzy logic methods are proposed to complete the task.*

Леса России, являясь одним из самых ценных природных ресурсов, занимают около 20 % общей площади мирового лесного покрова и удовлетворяют многочисленные экономические потребности общества. Лесная промышленность оказывает существенное влияние на развитие региональной экономики субъектов Российской Федерации, играет важнейшую роль

в создании условий для повышения конкурентоспособности национальной экономики.

Освоение лесных ресурсов неразрывно связано с созданием множества новых линейных объектов, в том числе автомобильных дорог. Быстрота и эффективность процессов перевозок и доставки лесной продукции напрямую зависят от качества автомобильных лесовозных дорог и дорожных покрытий [1].

Оценка эффективности технологии устройства асфальтобетонного покрытия автомобильных дорог выражается двумя показателями: качеством асфальтобетонной смеси, которое регламентируется требованиями действующих стандартов, и технологией производства дорожно-строительных работ.

С 1 июня 2019 г. в Российской Федерации вступили в действие более 20 национальных стандартов новых серий ГОСТ Р 58401[2] и ГОСТ Р 58402 [3]. В основе данных комплексов стандартов лежит метод объемного проектирования асфальтобетонных смесей «Superpave» (Superior Performance Pavements). Объемная система проектирования асфальтобетона и щебеночно-мастичного асфальтобетона «Superpave» учитывает условия движения, транспортные нагрузки и климатические условия, используя методы испытаний, повторяющие реальные воздействия на дорожное покрытие.

На качество производства асфальтобетонной смеси влияет большое количество факторов [4], среди которых можно определить четыре группы:

- качество исходных материалов смеси и основные требования к ним;
- точность соблюдения технологических параметров производства смеси на асфальтобетонном заводе;
- точность проектирования рецептуры;
- условия и сроки хранения готовой смеси на асфальтобетонном заводе.

ГОСТ [2, 3] фиксирует нормативы физических параметров используемых исходных материалов, соблюдение которых влияет на качество полученной асфальтобетонной смеси. Исходными материалами для производства асфальтобетонной смеси являются минеральные компоненты (щебень, природные и дробленые пески, минеральный порошок) и битумное вяжущее, взятые в необходимых соотношениях и перемешанные при определенной температуре.

Определяющее значение имеет гранулометрический состав каменного заполнителя. В зависимости от номинального максимального размера применяемого минерального заполнителя асфальтобетонные смеси подразделяют на шесть типов: SP-4, SP-8, SP-11, SP-16, SP-22, SP-32, а щебеночно-мастичные асфальтобетонные смеси на 4 типа: SMA-8, SMA-11, SMA-16, SMA-22. Таким образом, диапазон изменения максимального размера применяемого минерального заполнителя составляет 4,0–31,5 мм и 8,0–22,4 мм соответственно.

Повышенное содержание в исходных материалах (щебнях, песках, минеральных порошках и т.д.), пылеватых и особенно глинистых частиц и зерен лещадной формы приводит к снижению качества асфальтобетонной смеси. Содержание слабых зерен в каменном заполнителе определяется соотношением 5:1.

Допустимые марки битумного вяжущего определяются по ГОСТ Р 58400.1 [5] с учетом максимальной и минимальной расчетных температур слоя, ограничивающих температурный диапазон, в котором битумное вяжущее сохраняет необходимые физико-химические свойства (температуру вспышки, динамическую вязкость, сдвиговую устойчивость и т.п.).

Асфальтобетонные смеси производятся на асфальтобетонных заводах (АБЗ) непрерывного и циклического действия, которые различаются технологическими процессами «сухого» и «мокрого» перемешивания, дозировкой компонентов, количеством получаемого материала, производительностью и степенью мобильности.

К наиболее значимым технологическим параметрам приготовления асфальтобетонной смеси, оказывающим влияние на основные свойства асфальтобетона в покрытии, относятся:

- точность дозирования исходных компонентов асфальтобетонной смеси (песка, щебня, минерального порошка, битума);
- температура нагрева и режим сушки минерального заполнителя;
- температура и режим нагрева битумного вяжущего;
- продолжительность перемешивания;
- исключение процесса сегрегации материалов по крупности при осуществлении выгрузки готовой асфальтобетонной смеси из накопительного бункера;
- время и условия хранения готовой смеси в накопительном бункере с учетом равномерности теплоизоляции.

Перечисленные выше параметры материалов и технологические параметры влияют на итоговое качество покрытия и определяют физико-механические (водостойкость, прочность, текучесть), эксплуатационные (стойкость к колееобразованию, усталостные свойства) и объемные (содержание воздушных пустот) свойства асфальтобетона.

Вопросы технологии производства дорожно-строительных работ связаны с точностью соблюдения укладки, степенью уплотнения асфальтобетонной смеси и соблюдением технологического перерыва по окончании работ.

В процессе укладки свойства асфальтобетонной смеси значительно изменяются, т. к. смесь остывает. При этом минимальное допустимое значение температуры асфальтобетонных смесей при укладке определяется в зависимости от температуры окружающего воздуха, толщины слоя и вязкости битума. От диапазона изменения температуры смеси зависит начало и возможная продолжительность технологических операций.

Физико-механические свойства готового асфальтобетонного покрытия зависят прежде всего от степени его уплотнения. *Уплотнение* – важнейшая технологическая операция. Недостаточное уплотнение смеси зачастую является одной из основных причин разрушения асфальтобетонного покрытия. Уплотняемость асфальтобетонных смесей зависит от типа, состава и температуры смеси, марки вяжущего, характеристик дорожно-строительных машин и соблюдения технологического режима готового асфальтобетонного покрытия.

Анализ основных факторов, влияющих на состояние покрытий, позволит совершенствовать технологии дорожного строительства, учитывать основные зависимости при принятии наиболее успешных управленческих решений. Таким образом, важнейшей задачей становится выявление закономерностей влияния определенных параметров эффективности технологии устройства асфальтобетонных покрытий на качество автомобильных лесовозных дорог. Классические методы управления хорошо работают при точно определенных и заданных параметрах, но в данном вопросе большую сложность вызывает количество параметров, определение их значимости и неопределенность границ. В таком случае оптимальными являются методы нечеткой логики, основанные на применении искусственных нейронных сетей. В настоящее время методы нечеткого моделирования применяются для оценки технологических решений устройства лесных дорог [6], поэтому при решении задач совершенствования технологии устройства асфальтобетонных покрытий также необходимо использовать методы нечеткой логики.

#### *Библиографический список*

1. Булдаков С. И. Последовательность выполнения проекта по строительству автомобильных дорог: учеб. пособие. – Екатеринбург : Урал. гос. лесотехн. ун-т., 2017. – 176 с.
2. ГОСТ Р 58401. Дороги автомобильные общего пользования. Смеси асфальтобетонные дорожные и асфальтобетон. Система объемно-функционального проектирования. Технические требования.
3. ГОСТ Р 58402. Дороги автомобильные общего пользования. Материалы минеральные для приготовления асфальтобетонных смесей. Система объемно-функционального проектирования.
4. Булдаков С. И. Проектирование основных элементов автомобильной дороги: учеб. пособие. – Екатеринбург : Урал. гос. лесотехн. ун-т., 2011. – 295 с.
5. ГОСТ Р 58400.1-2019. Дороги автомобильные общего пользования. Материалы вяжущие нефтяные битумные. Технические условия с учетом температурного диапазона эксплуатации

6. Нейронечеткая сеть для оценки технологических решений устройства лесных дорог / В. В. Побединский, С. И. Булдаков, А. В. Берстенов, Е. С. Анастас // Лесотехнический журнал. – 2020. – Т. 10. – № 3 (39). – С. 95–103.

УДК 62-91

Б. Н. Карев, А. А. Волков  
(B. N. Karev, A. A. Volkov)  
УГЛТУ, Екатеринбург  
(USFEU, Yekaterinburg)

**ОБ ОПРЕДЕЛЕНИИ ВЕЛИЧИНЫ ВРЕМЕНИ НАРАСТАНИЯ  
ЗАМЕДЛЕНИЯ И ВЕЛИЧИНЫ ЗАМЕДЛЕНИЯ  
В УСЛОВИЯХ ДТП ДЛЯ АВТОМОБИЛЕЙ, ОСНАЩЕННЫХ ABS  
(ON DETERMINING THE MAGNITUDE OF THE DECELERATION  
RISE TIME AND DECELERATION VALUE IN AN ROAD  
TRAFFIC ACCIDENT FOR VEHICLES EQUIPPED WITH ABS)**

*Рассмотрена проблема определения реальных параметров торможения автомобиля, оснащенного ABS, при расследовании обстоятельств дорожно-транспортного происшествия.*

*The problem of determining the actual braking parameters of a car equipped with ABS, when investigating the circumstances of a road accident, is considered.*

В работе [1] предложен метод определения времени нарастания замедления  $t_{нз}$  и величины замедления  $j$  в условиях дорожно-транспортного происшествия (ДТП) с учетом загрузки автомобиля по длине следа юза автомобиля, т.е. в случае, когда автомобиль не оснащен ABS. Для автомобилей оснащенных ABS, данный метод может быть не применим, так как при экстренном торможении автомобиля, оснащенного ABS, следов юза на дорожном покрытии может не быть.

В случае если автомобиль оборудован ABS, можно воспользоваться следующим методом.

Будем предполагать, что после ДТП полученные повреждения позволяют совершить автомобилю два торможения с различными скоростями  $V_1^0$  и  $V_2^0$  (для определенности  $V_2^0 > V_1^0$ ). Величины скоростей  $V_1^0$  и  $V_2^0$  могут быть определены с помощью системы ЭРА-ГЛОНАСС. Используя простое оборудование, можем определить время движения автомобиля при экстренном торможении до полной остановки  $t_{1осм}$  при первом торможении и  $t_{2осм}$  при втором торможении. Величину времени реакции водителя берем

из табл. 2 и считаем ее равной  $t_p = 1c$ , а величину времени запаздывания срабатывания тормозного привода для легкового автомобиля считаем равной  $t_{zn} = 0,1c$  [3]. Составим линейную систему уравнений, т. е.

$$\begin{cases} t_{1ocm} = \frac{1}{j} \left[ V_1^0 + \frac{j}{2} (T + t_3) \right]; \\ t_{2ocm} = \frac{1}{j} \left[ V_2^0 + \frac{j}{2} (T + t_3) \right], \end{cases} \quad (1)$$

где:  $t_3 = t_p + t_{zn} = 1 + 0,1 = 1,1c$ ,  $T = t_3 + t_{нз}$ .

Вычтем в системе (1) второе уравнение из первого, получим

$$\begin{cases} j = \frac{V_1^0 - V_2^0}{t_{1ocm} - t_{2ocm}}; \\ jt_{2ocm} = V_2^0 + \frac{j}{2} t_{нз} + jt_3. \end{cases}$$

Подставляя значение  $j$  во второе уравнение, получим

$$\begin{cases} j = \frac{V_1^0 - V_2^0}{t_{1ocm} - t_{2ocm}}; \\ t_{нз} = \frac{2(V_1^0 t_{2ocm} - V_2^0 t_{1ocm})}{V_1^0 - V_2^0} - 2t_3. \end{cases} \quad (2)$$

Полученные формулы (2) позволяют определять и величину времени нарастания замедления  $t_{нз}$ , и величину замедления  $j$  в условиях ДТП для автомобилей, оснащенных *ABS* с учетом загрузки автомобиля и дорожных условий.

*Рассмотрим пример*

Автомобиль «Мерседес-Бенц» серии 190 Е с полной загрузкой на мерзлом асфальтобетонном покрытии, оснащенный *ABS*, совершил наезд на пешехода. Водителем автомобиля было применено экстренное торможение, а также два контрольных торможения при скоростях 30 км/ч и 40 км/ч.

При движении автомобиля со скоростью 30 км/ч время движения  $t_{1ocm}$  автомобиля «Мерседес-Бенц» серии 190 Е до полной остановки при экстренном торможении составило:

$$t_{1ocm} = 3,104 c.$$



При движении автомобиля со скоростью 40 км/ч время движения  $t_{2ocm}$  автомобиля «Мерседес–Бенц» серии 190 Е до полной остановки при экстренном торможении составило:

$$t_{2ocm} = 3,662 \text{ с}.$$

Подставляя исходные данные в формулу, (2) получим

$$\begin{cases} j = \frac{V_1^0 - V_2^0}{t_{1ocm} - t_{2ocm}} = \frac{8,33 - 11,11}{3,22 - 3,66} = 4,978 \text{ м/с}^2; \\ t_{нз} = \frac{2(V_1^0 t_{2ocm} - V_2^0 t_{1ocm})}{V_1^0 - V_2^0} - 2t_3 = \frac{2(8,33 \times 3,662 - 11,11 \times 3,104)}{8,33 - 11,11} - 2 \times 1,1 = 0,661 \text{ с}. \end{cases}$$

Предложенный метод позволяет находить время нарастания замедления  $t_{нз}$  и величину замедления  $j$  в условиях ДТП для автомобилей, оснащенных ABS с учетом загрузки автомобиля для автомобилей, оснащенных ABS.

#### Библиографический список

1. Определение параметров движения автомобиля при производстве экспертиз дорожно-транспортных происшествий: Минобр. России, ФГБОУ УГЛТУ, НИИ БД, Союз лиц, осуществляющих деятельность в сфере судебной экспертизы и судебных экспертных исследований «Палата судебных экспертов имени Ю. Г. Корухова : моногр. / Б. Н. Карев, В. В. Старков, И. И. Чава, Б. А. Сидоров. – 2-е изд. – Екатеринбург : 2019, – 214 с.
2. Суворов Ю. Б. Судебная дорожно-транспортная экспертиза. Судебно-экспертная оценка действий водителей и других лиц, ответственных за обеспечение безопасности дорожного движения, на участках ДТП: учеб. пособие. – М. : Издательство «Экзамен», издательство «Право и закон», 2003. – 208 с.
3. Евтюков С. А, Васильев Я. В. Экспертиза ДТП: справочник. – СПб. : 2006.

УДК 625.09

А. В. Кочеткова, С. А. Чудинов  
(A. V. Kochetkova, S. A. Chudinov)  
УГЛТУ, Екатеринбург  
(USFEU, Yekaterinburg)

# **ПРИМЕНЕНИЕ ИННОВАЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ И ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ ПЛАТНЫХ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ** (APPLICATION OF INNOVATIVE MATERIALS AND TECHNOLOGIES IN THE TOLL ROADS CONSTRUCTION)

*В данной статье рассмотрено применение инновационных материалов и технологий при строительстве платных автомобильных работ. Представлены основные инновационные разработки и их преимущества для платных дорог.*

*This article discusses the use of innovative materials and technologies in the toll road construction. The main innovative developments and their advantages for toll roads are revealed.*

Строительство платных автомобильных дорог играет большую роль и требует усиленного внимания в инвестиционной политике и экономике Российской Федерации [1, 2].

Использование инноваций в строительстве автодорог России регламентируется определенным перечнем документов:

- распоряжение Росавтодора № 73-р от 16.04.2001 г.: «О мерах по повышению эффективности инновационного процесса в дорожном хозяйстве»;
- распоряжение Росавтодора № ОС-502-р от 06.12.2001 г.: «О дополнительных мерах по повышению эффективности работ по внедрению новых технологий, техники, конструкций и материалов при строительстве, реконструкции и ремонте автомобильных дорог и сооружений на них»;
- отраслевая дорожная методика «Руководство по оценке экономической эффективности использования в дорожном хозяйстве инноваций и достижений научно-технического прогресса» (введено в действие распоряжением Минтранса России №ОС-1109-р от 10.12.2002г.);
- каталог эффективных технологий, новых материалов и современного оборудования дорожного хозяйства;
- реестр новых и наилучших технологий, материалов и технологических решений повторного применения.

Потребность в инновационных материалах и технологиях строительства платных дорог обуславливается влиянием следующих факторов:

- ростом доли легкового автотранспорта с высокими характеристиками динамики и грузового транспорта с завышенной, по современным меркам, грузоподъемностью, следовательно, и нагрузкой на оси;
- значительным увеличением количества транспортных средств и повышенным спросом населения в передвижении по РФ;
- дороговизной материалов, которые используются в строительстве дорог и инновационной техники с высоким уровнем производительности, при этом происходит ужесточение контроля за выполнением сроков ремонта и качеством капитального ремонта;
- применением при строительстве и содержании различных инновационных материалов и технологий;
- необходимостью создания опорной сети автомобильных дорог с включением в нее всех городов, сел и деревень;
- учетом основных нормативных документов для безопасного движения и сохранения экологии в районе строительства платных участков автодорог [3].

Без инновационных материалов и технологий невозможно функционирование и строительство платных автомобильных дорог.

*Инновационные технологии, применяемые в настоящий момент в строительстве платных автомобильных дорог*

- Применение полимерных грунтовочных материалов для бетонных конструкций.
- Применение битумно-латексной эмульсии для гидроизоляции в труднодоступных местах пролетных строений мостов. В результате готовое покрытие из такого материала образует крепкую и однородную структуру, чем обеспечивает более сильную гидроизоляцию в труднодоступных местах. Данный способ гарантирует наименьшие расходы и увеличение производительности.
- Применение инновационной технологии устройства слоев износа «НОВАЧИП».
- Применение облицовочных карнизных плит из стеклофибробетона.
- Шумопоглощающие композитные панели с древобетоном.
- Применение беспилотных летательных аппаратов для контроля качества объектов производства работ.
- Пеностекольный щебень при формировании надежного основания для асфальтобетонного покрытия. Укладка данного материала и технологичность монтажа происходит вполне легким способом с использованием дорожных вибрационных катков при определенных параметрах: необходимой толщины, уплотнения и расклинивания.

При использовании пеностекольного щебня выделяют следующие факторы эффективности:

- более низкую глубину промерзания грунта за счет теплоизоляционных свойств материала, следовательно, снижение общего числа деформа-

ций в пучинистых грунтах под дорогой, а в определенных случаях их полное отсутствие;

- применение пеностеклянного щебня в случаях, где другие традиционно используемые инертные материалы отсутствуют;
- улучшение теплотехнических качеств основания при увлажнении;
- сокращение денежных средств в строительстве конструктивных слоев автомобильной дороги от 10 до 20 %;
- отсутствие в некоторых регионах Российской Федерации материалов, которые необходимы в строительстве автомобильных дорог для их использования в следующих технических элементах:

- дренажных конструкций;
- слоев из песка;
- несущего слоя дорожной одежды из щебня.

Стоит отметить, что использование пеностеклянного щебня по сравнению с традиционным щебнем позволяет достичь ряд дополнительных эффектов:

- дренаж;
- защита от морозного пучения;
- создание более прочного несущего основания [4].

С помощью внедрения в строительство платных автомобильных дорог инновационных материалов и технологий улучшаются такие транспортно-эксплуатационные показатели, как:

- безопасность движения;
- пропускная способность;
- осуществление проезда автомобилей и автопоездов с повышенными габаритами и грузоподъемностью;
- снижение стоимости строительства платных автомобильных дорог;
- экологическая безопасность окружающей среды.

Для достижения результатов в строительстве платных автодорог с использованием инновационных материалов необходимо:

- обеспечить точное и быстрое функционирование цепи взаимодействия организаций по проведению научных исследований и обеспечивающих реализацию инновационных разработок по схеме: разработка инноваций – опытное внедрение – мониторинг – разработка нормативно-технической документации – широкая реализация с научным сопровождением;

- использовать инновационные технологии, которые решают главные проблемы в строительстве платных дорог (например, долговечность, безопасность, пропускная способность, повышение сроков ремонта асфальтобетонного покрытия и т. д.);

- произвести исследование иностранных инновационных разработок для применения их в строительстве дорог в России;

– изучить необходимость в развитии долгосрочной стратегии инноваций для улучшения качества дорог, а также для применения их в настоящее время.

### *Библиографический список*

1. Кочеткова А. В., Чудинов С. А. Перспективы развития платных автомобильных дорог // Образование. Транспорт. Инновации. Строительство : сб. мат. II Нац. науч.-практ. конф. 18–19 апреля 2019 г. – Омск : СибАДИ, 2019. – С. 577–580.
2. Чудинов С.А., Кочеткова А. В. Обоснование эффективности строительства платных автомобильных дорог // 75 лет высшему строительному образованию Пензенской области: метр. Всерос. (национальной) науч.-техн. конференции. – Пенза : Пензенский гос. ун-т архитектуры и строительства, 2019. – С. 282–286.
3. Ходжаева Н. Б. Анализ проблем развития инновационной деятельности в дорожном хозяйстве // Вестник СГТУ. – 2013. – № 2. – С. 258–262. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-problem-razvitiya-innovatsionnoy-deyatelnosti-v-dorozhnom-hozyaystve/viewer> (дата обращения: 25.10.2020).
4. Инновационные технологии проектирования и строительства автомобильных дорог: монография / Д. Г. Неволин, В. Н. Дмитриев, Е. В. Кошкарков и др. ; под ред. Д. Г. Неволина, В. Н. Дмитриева. – Екатеринбург : УрГУПС, 2015. – 192 с.

УДК 625.711.84

И. Н. Кручинин, М. А. Кузнецов, Е. И. Кручинина  
(I. N. Kruchinin, M. A. Kuznetsov, E. I. Kruchinina)  
УГЛТУ, Екатеринбург  
(USFEU, Yekaterinburg)

### **ВОССТАНОВЛЕНИЕ НАРУШЕННОГО БЛАГОУСТРОЙСТВА НА ИНЖЕНЕРНЫХ СЕТЯХ МЕГАПОЛИСОВ (RESTORATION OF VIOLATED IMPROVEMENT ON ENGINEERING NETWORKS OF MEGAPOLIS)**

*Представленная работа предназначена для обзора актуализированной научно-технической документации методов ремонта городских дорог в условиях мегаполисов. Содержит решение по выбору методов восстановления нарушенного благоустройства.*

*The presented work is intended to review the updated scientific and technical documentation of methods for repairing urban roads in megacities. Contains a decision on the choice of methods for restoring damaged landscaping.*

Повышенные требования к уровню функционирования городской среды вывели на новые, качественные показатели, обеспечивающие комфорт и безопасность проживания жителей городов. Особенно остро эти вопросы возникают в условиях мегаполисов РФ, например в Москве, Санкт-Петербурге, Казани, Екатеринбурге, Новосибирске, Ростове-на-Дону. Именно на это направлены основные положения Национальных Проектов РФ, таких как «Жильё и городская среда», «Формирование комфортной городской среды», «Безопасные и качественные автомобильные дороги», Майские указы Президента РФ 2018 г. При их реализации одним из ключевых элементов представленных программ является обеспечение восстановления нарушенного благоустройства после производства работ на инженерных сетях городов и мегаполисов. Инженерные сети мегаполисов характеризуются высокой концентрацией и значительной протяженностью, что оказывает значительное влияние на городскую среду.

В Российской Федерации, вторым по величине мегаполисом безусловно является г. Санкт-Петербург, где старейшим предприятием по обслуживанию водоснабжения города является ГУП «Водоканал Санкт-Петербурга». Значительный опыт, приобретённый в результате проведения ремонтов элементов благоустройства, устранения гарантийных дефектов дорожных покрытий в условиях мегаполиса, подготовки технических заданий и привлечение подрядных организаций для выполнения работ по восстановлению нарушенного благоустройства городских дорог после производства работ на сетях ГУП «Водоканал Санкт-Петербурга», выявил необходимость во внесении изменения в нормативно-техническую документацию (НТД) по применяемым материалам и технологиям [3].

Анализ действующей научно-технической документации по производству работ и основные положения Правил благоустройства территории привели к пересмотру ряда этих Положений [1, 5].

Речь идет о применении технического регламента Таможенного союза на объектах нарушенного благоустройства после проведения ремонтов на инженерных сетях. В качестве правоустанавливающих нормативно-правовых документов рассмотрены: Технический регламент Таможенного союза «Безопасность автомобильных дорог» (ТР ТС 014/2011), Градостроительный кодекс Российской Федерации; Федеральный закон от 08.11.2007 № 257-ФЗ «Об автомобильных дорогах и о дорожной деятельности в Российской Федерации»; Федеральный закон от 27.12.2002 № 184-ФЗ «О техническом регулировании»; Федеральный закон от 10.12.1995 № 196-ФЗ «О безопасности дорожного движения».

Наличие городских улиц и автомобильных дорог на объектах нарушенного благоустройства привело к переоценке технической политики в области инвестиционных проектов. Большая работа, проводимая в последнее время в области дорожного хозяйства техническим комитетом по стандартизации № 418 «Дорожное хозяйство» (ТК 418), привела к появлению и

обсуждению 171-го Межгосударственного стандарта, 148-го – национального стандарта и появлению 112-и – предварительных национальных стандартов (ПНСТ) только в области автомобильных дорог и дорожного хозяйства. Их поэтапное внедрение началось с 01 июня 2019 г. и продолжилось с 01 июня 2020 гг.

Когда дорожные покрытия автомобильных дорог были выполнены по «старым» нормативным документам, активно эксплуатировались в условиях мегаполиса, а их восстановление после производства работ на инженерных сетях соответствовало требованиям новых нормативных документов, возникла необходимость полностью пересмотреть методики их применения. Дорожные покрытия городских улиц и автомобильных дорог после восстановления стали обладать иными потребительскими свойствами, поэтому возникает ситуация, когда на одном и том же протяжении улицы возникнут участки с разными сцепными свойствами, модулем упругости и даже цветом покрытия. Даже если попытаться адаптировать их к существующим проектам, асфальтобетонные смеси уже другие [4]. Например, ГК «АБЗ 1» г. Санкт-Петербурга производит теплые смеси, литые смеси, реализует систему объемно-функционального проектирования смесей, асфальтобетонные смеси с использованием переработанного асфальтобетона (RAP) и даже цветного асфальтобетона и все по новым НТД [2]. Причем они характеризуются не только принципиальными зерновыми составами, вяжущими, но и даже отсутствием единой терминологии, принятой в РФ.

Помимо дорожных покрытий, нормативные документы затронули и основания дорожных одежд, выполненные из каменных материалов. Изменение требований к ним привели к трудности проведения приемочного и технологического контроля на местах производства работ. В нашем случае даже контроль качества иной. Работоспособность дорожного покрытия напрямую связана с конструкцией дорожной одежды и земляного полотна. Наличие в теле земляного полотна сетей и водопроводных труб из полимерных композиционных материалов существенно изменяет режим его работы.

Более того, совершенно отсутствует методика приведения дорожных покрытий после работ в прежнее транспортно-эксплуатационное состояние. Отсутствие расчетов остаточного ресурса и уровней сохранности автомобильных дорог приводит к недопониманию между Заказчиком и Подрядчиком. Очевидно, что затраты на восстановление старой дорожной одежды, «поработавшей» 15 лет и новой, после одного года эксплуатации, не должны быть одинаковыми. Но на практике это не так. Заказчик предъявляет требования к покрытиям, несмотря на их состояния. И «лоскутное одеяло» дорожного покрытия стало визитной карточкой наших городских улиц.

Заключение. С целью преодоления выявленных противоречий при выполнении работ по восстановлению нарушенного благоустройства го-

родских дорог после производства работ на инженерных сетях необходимо развитие корпоративной стандартизации путем введения в действие СТО-строительство объектов восстановленного благоустройства; введение добровольного согласования и применения стандартов производителей строительных материалов; введение СТО-менеджмент качества в системе «РОСАВТОДОР», утвержденного приказом ФДА от 17.06.2019 № 1723; введение стандартов на методы оценки соответствия и сотрудничество со строительными лабораториями.

### *Библиографический список*

1. ГОСТ Р 50597-2017. Национальный стандарт Российской Федерации. Дороги автомобильные и улицы. Требования к эксплуатационному состоянию, допустимому по условиям обеспечения безопасности дорожного движения. Методы контроля.
2. Группа компаний «АБЗ 1». – URL: <http://www.abz-1.ru> (дата обращения: 20.09.2020).
3. ГУП Водоканал Санкт-Петербурга. – URL: [https:// www.vodokanal.spb.ru](https://www.vodokanal.spb.ru) (дата обращения: 18.09.2020).
4. Кручинин И. Н., Полубабкин В. А., Дедюхин А. Ю. Развитие технологии получения минеральных порошков для асфальтобетонов с улучшенными потребительскими характеристиками // Строительные и дорожные машины: научно-технический и производственный журнал. – 2019. – № 10. – С. 48–52.
5. Постановление Правительства Санкт-Петербурга от 06.10.2016 № 875 «Об утверждении Правил благоустройства территории Санкт-Петербурга в части, касающейся правил производства земляных, ремонтных и отдельных работ, связанных с благоустройством территории Санкт-Петербурга»). – URL: <http://docs.cntd.ru/document/456018616> (дата обращения: 20.09.2020).



УДК. 629.3.02-83-843

М. А. Крюкова, Д. О. Чернышев,  
В. А. Бедин, А. С. Михайлов  
(M. A. Kryukova, D. O. Chernyshev,  
V. A. Bedin, A. S. Michailov)  
УГЛТУ, Екатеринбург  
(USFEU, Yekaterinburg)

**ЭЛЕКТРОМОБИЛЬ. ПРЕИМУЩЕСТВО ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ  
НАД ДВИГАТЕЛЯМИ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ  
(ELECTROMOBILE. ADVANTAGE OF AN ELECTRIC MOTOR OVER  
AN INTERNAL COMBUSTION ENGINE)**

*Объектом исследования является электромобиль, рассмотрены преимущества и недостатки электродвигателя. В работе была поставлена цель ответить на вопрос: когда электромобили вытеснят с наших дорог машины с ДВС? Были рассмотрены достоинства и недостатки электродвигателя над двигателями внутреннего сгорания (ДВС). Также в статье проводится анализ достоинств и недостатков электромобилей над машинами с ДВС.*

*The article analyzes advantages and disadvantages of electric vehicles over cars with internal combustion engines. The object of the analysis is an Electric car. Advantages and disadvantages of an electric motor are considered. The goal was to answer the question, when electric cars will displace cars with internal combustion engines from our roads. Advantages and disadvantages of an electric motor over internal combustion engines were also considered.*

Интересно, что электромобиль появился раньше, чем ДВС. Первые электромобили появились в 19 веке и произвели фурор. Это все связано с тем, что они почти не шумели, совсем не дымили (нежели изобретения Карла Бенца) [5], были легки в обслуживании – электромоторы требовали к себе намного меньше внимания, чем несовершенные и весьма капризные двигатели внутреннего сгорания. Самым главным преимуществом над машинами с ДВС была их управляемость. Не требовалось при запуске крутить тяжелую рукоятку «кривого стартера», а при движении электромобиля регулировать опережение зажигания и состав топливной смеси.

Через некоторое время электромобили стали никому не нужны, и это не удивительно, так как автомобили с ДВС стремительно совершенствовались, а электромобили – нет. Все это произошло из-за аккумуляторов, которые оставались тяжелыми прихотливыми и объемными. Батареям электромобилей очень не хватало динамики и запаса хода, они накапливали мало

энергии и выдавали ее очень неохотно. В новейшей истории электромобили возродились и уверенно конкурируют на рынке с машинами с ДВС.

Сейчас многие эксперты уверенно заявляют, что за электромобилями будущее. Эти слова не лишены смысла, поскольку люди с каждым годом все больше и больше покупают электрокары. В настоящее время автомобильная промышленность не стоит на месте, быстро развивается технология совершенствования экологически чистого автомобильного транспорта – электромобилей и отказаться от их использования просто невозможно (рис. 1).



Рис. 1. Количество электромобилей в мире

### *Преимущества электромобиля*

Электромобиль – экономичный автомобиль, т. к. позволяет экономить на топливе. Постоянно растущие цены на бензин оказывают большое влияние на семейный бюджет, а подзарядка аккумуляторов дает счет за использованную электроэнергию и получается менее затратной по расходам.

Электрический двигатель не загрязняет окружающую среду вредными газовыми выхлопами и другими веществами при непосредственной своей работе. Факт выбросов вредных веществ в атмосферу все же существует, но там, где берется сама электроэнергия (АЭС). Хочется, чтобы и та электроэнергия, потребляемая аккумуляторными батареями, производилась также из чистых возобновляемых источников энергии, например, как ветряная или же солнечная энергия [1].

Электродвигатели электрокаров способны выдавать большое ускорение, обеспечивают плавный и тихий разгон.

Электромобили точно так же, как и автомобили с ДВС, постоянно тестируют по вопросам безопасности на дорогах. При дорожных авариях, во время столкновения у данных автомобилей срабатывают датчики, отключающие аккумуляторы, после чего автомобиль сам останавливается и сни-

жается вероятность получения водителем и пассажирами тяжелых травм. По сравнению с другими автомобилями автомобиль на аккумуляторных батареях дешевле в обслуживании.

В последнее время цены на электромобили, в частности цены на батареи, потихоньку снижаются, что связано с их массовым производством и спросом населения. По прогнозу к 2022 г. электрические автомобили будут стоить столько же, как и авто с ДВС, а к 2040 г. электрические машины будут занимать 35 % от общего объема продаж авто (рис. 2).



Рис. 2. Тенденция спада стоимости литий-ионных батарей электромобилей

Обслуживание самого электрического двигателя также стало проще и легче, т.к. он не требует смазки, и поэтому отпала необходимость частого посещения станции техобслуживания, как при эксплуатации автомобилей с ДВС [2, 3]. Самое главное на данный момент, что электромобили становятся популярными, желанными и востребованными.

К недостаткам электромобиля можно отнести следующее: инфраструктура электрических заправочных станций находится на начальном этапе развития, поэтому еще не так сильно распространена, как хотелось того владельцам электромобилей.

Большинство электромобилей без подзарядки может проходить небольшое расстояние (160–200 км), что связано с недостаточностью технического прогресса в области аккумуляторных батарей. Использование данных автомобилей для длительных поездок пока не очень актуально, т.к. сказано ранее, на трассах отсутствует развитая сеть станций подзарядки.

Производители электромобилей обещают в ближайшее время обеспечить работу батарей до 480 км без подзарядки и решить важную проблему — увеличить запас хода электрокаров.

В настоящее время для подзарядки данных автомобилей требуется около 8–10 ч, что требует наличие специализированной станции для нахождения авто. Но уже есть и такие электромобили, например электромобиль «Tesla Model S», который заряжается всего за 1,5 ч [4–5].

Технические характеристики электромобилей с каждым годом продолжают улучшаться, так же совершенствуется и искусственный интеллект, что в конечном итоге приведет к популяризации электромобилей в мире.

Сложно точно ответить на вопрос: когда электромобили вытеснят с наших дорог машины с ДВС? Но не заметить темпы роста продаж электромобилей невозможно, что отражено на рис. 1. Если учесть тот факт, что инфраструктура электрических заправочных станций постепенно набирает обороты, а технические прорывы в области электрического машиностроения имеют место быть, то вполне возможно, что в скором будущем все мы, владельцы автомобилей, будем передвигаться исключительно на чистых и бесшумных электромобилях.

### *Библиографический список*

1. Lawrence Ulrich Re-Innovative Motor Designs for Electric Cars Come to Life // IEEE Spectrum. – 2014. – С. 173–176.
2. Электромобили. Методы испытаний на активную и пассивную безопасность. ГОСТ Р 54811-2011 введ. 01.09.12.
3. Dr. Znai Развитие электромобилей: перспективы и прогнозы в мире и в России. – URL: <http://dr-znai.com/razvitie-elektromobilej.html> (дата обращения: 06.10.2020).
4. Mag Auto когда электромобили вытеснят с наших дорог машины с ДВС. – URL: <https://mag.auto.ru/article/electricfuture/> (дата обращения: 06.10.2020).
5. Pddtut Современные электромобили – преимущества и недостатки – URL :<https://pddtut.com/sovremennye-jelektromobili-preimushhestva-i-nedostatki/> (дата обращения: 06.10.2020).

УДК 656.13.658

М. А. Крюкова, Д. О. Чернышев, Н. С. Шипицын, И. С. Казанцев  
(М. А. Kryukova, D. O. Chernyshev, N. S. Shipitsyn, I. S. Kazantsev)  
УГЛТУ, Екатеринбург  
(USFEU, Yekaterinburg)

### **УТИЛИЗАЦИЯ АВТОТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ (DISPOSAL OF MOTOR VEHICLES)**

*В статье рассмотрено улучшение экологии и увеличения спроса на новые современные автомобили по программе утилизации автомобилей. Подробно описаны работы программы по утилизации автомобилей и*

*требования по программе утилизации. Описаны изменения, внесённые в 2020 г. в программу 2010 г., и расширенный список автозаводов, участвующих в программе.*

*The article reveals environmental improvement and increased demand for new modern cars under the car recycling program. Detailed description, as well as requirements for the recycling program are provided. There are also changes made in 2020 to the program of the 2010 presented. The article also contains an expanded list of car manufacturers that participate in the program.*

Транспортные средства могут выходить из строя по различным причинам, в число которых входят физический или моральный износ деталей, повреждения, полученные в результате ДТП. И не всегда их восстановление возможно или рентабельно. Такие транспортные средства необходимо утилизировать, а не оставлять в парках, дворах, на стоянках и т.д., потому что это может привести к загрязнению окружающей среды или даже аварии [1].

В 2010 г. Правительство РФ запустило государственную программу по утилизации автомобилей. Цель данной программы – простимулировать предложение новых автомобилей российского производства и в целом поднять спрос на автомобили российской сборки независимо от марки для поддержки машиностроительных предприятий в России, попутно попытавшись улучшить экологическую обстановку в стране.

Программа заключается в том, что каждый автовладелец старых автомобилей мог бы сдать свой автомобиль на утилизацию и получить за это сертификат в размере от 40 до 350 тысяч рублей на покупку нового автомобиля со скидкой [2].

Также некоторых автовладельцев подталкивает на утилизацию своего автомобиля тот факт, что за старые автомобили следует платить налог, даже если они простаивают, занимая стояночное место.

Каждый сданный в утилизацию автомобиль проходит повторную переработку и становится новым материалом для производства различных товаров.

Требования, которые выдвигает программа утилизации для старых автомобилей:

- 1) необходимо представить документы на транспортное средство (год выпуска может быть любым);
- 2) снять транспортное средство с учета в ГИБДД РФ;
- 3) транспортное средство должно находиться во владении не менее 6 месяцев перед сдачей в утиль.

К транспортному средству, участвующему в программе, тоже выдвигаются определенные требования по комплектации (рисунок).



Комплектация утилизируемого автомобиля

На 2020 г. в программу 2010 г. внесены изменения.

1. Деньги вручаются регионам в виде субвенций, которые в свою очередь сами выплачивают автозаводам денежные компенсации.

2. Теперь в программе могут участвовать не только физлицо, но и юрлицо (также лизинговые компании).

3. Кроме легковых автомобилей на утилизацию можно сдать автобусы и грузовики.

4. Появился принцип «Трейд-ин».

5. Расширился список автозаводов, которые участвуют в программе. Если в 2010–2011 гг. участвовала только «Лада», то в 2020 году данный список включает в себя: «Ладу», «УАЗ», «ГАЗ», «Opel», «Ssang Yong», «Peugeot», «Renault», «Nissan», «Volkswagen», «Citroen», «Ford», «Skoda», «Hyundai», «Kia», «Mazda», «Mitsubishi».

В заключение следует сказать по программе утилизации, что заметно превосходящее доминирование плюсов:

- нет необходимости в уплате налогов за неиспользуемый автомобиль;
- выдача сертификатов на конкретную сумму, что повышает возможности на приобретение нового автомобиля;
- происходит стимуляция экономики.

Использование утилизации в современном мире необходимо, так как это также благоприятно влияет на экологию и окружающую среду.

### *Библиографический список*

1. Трофименко Ю. В., Воронцов Ю. М., Трофименко К. Ю. Утилизация автомобилей. – М. : АКПРЕСС, 2011. – С. 184–188

2. Утилизация автомобилей: монограф. / Под ред. д-ра тех. наук проф. Ю. В. Трофименко, Ю. М. Воронцов, К. Ю. Трофименко. – М. : АКПРЕСС, 2011. – С. 204–207.

УДК 674.815

О. В. Кузнецова, А. В. Мялицин  
(O. V. Kuznetsova, A. V. Mialitsin)  
УГЛТУ, Екатеринбург  
(USFEU, Yekaterinburg)

## ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ МОДИФИЦИРОВАННЫХ ДРЕВЕСНЫХ КОМПОЗИТОВ (RESEARCH OF PROPERTIES OF MODIFIED WOOD COMPOSITES)

*В работе представлены результаты экспериментальных исследований физико-механических свойств древесно-стружечных плит на основе древесных частиц, изготовленных различными способами, с добавлением в состав плит природного наполнителя вермикулит.*

*The paper presents the results of experimental studies of the physical and mechanical properties of wood-chipboard based on wood particles made by various methods, with the addition of natural vermiculite filler to the boards.*

В настоящее время спрос на применение древесно-стружечных плит только растет. Ранее проведенные нами экспериментальные исследования по модернизации древесно-стружечных плит, а именно с добавлением в состав плит природного материала – вспученный вермикулит показал результаты, в которых в разы увеличилась влагостойкость плит, при этом механические свойства не снизились [1, 2].

Цель исследования – получить ДСтП средней плотности на основе древесных частиц, изготовленных различными способами с добавлением в плиты вермикулита, изучить физико-механические свойства полученных модифицированных ДСтП.

В качестве контрольных образцов были спрессованы древесно-стружечные плиты на основе игольчатой стружки без вермикулита (плита № 1), в плиты на основе игольчатой стружки добавлен вермикулит в соотношении 30 % от общей массы стружки готовой плиты (плиты № 2, 4), в плиты на основе плоской стружки добавлен вермикулит в соотношении 30 % от общей массы стружки готовой плиты (плиты № 3, 5).

Анализируя результаты эксперимента на плотность ДСтП из игольчатой стружки и модифицированные плиты с разными параметрами древесных частиц, в которые был добавлен вермикулит, можно сделать следующие выводы: все плиты соответствуют ГОСТ 10632-2014 [3]; сравнивая

контрольные плиты № 1 с плитами № 2 и 4, в которые был добавлен вермикулит, плотность незначительно уменьшилась, в плитах № 3, 5 из плоской стружки плотность уменьшилась больше, чем в плитах из игольчатой стружки (рис.1).

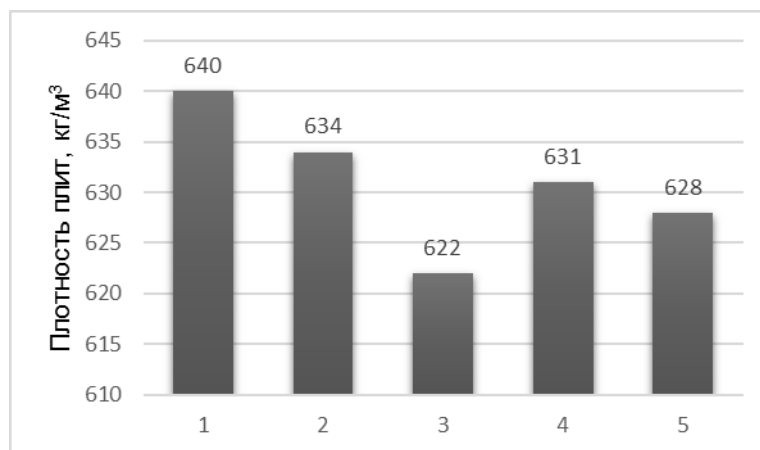


Рис. 1. Диаграмма плотности полученных плит

Сравнивая результаты эксперимента на влажность контрольной плиты на основе игольчатой стружки и модифицированные плиты с разными параметрами древесных частиц, в которые был добавлен вермикулит, можно сделать следующие выводы: сравнивая контрольные плиты № 1 с плитами № 2 и 4, в которые был добавлен вермикулит, влажность плит уменьшилась почти в 2 раза, в плитах № 3, 5 из плоской стружки влажность уменьшилась в 1,7 раза. Согласно ГОСТу 10632-2014 [3] влажность плит должна быть в диапазоне 5–13 %, контрольные плиты соответствуют ГОСТу, а у модифицированных плит за счет добавки вермикулита влажность ниже ГОСТа, в особенности у плит на основе игольчатой стружки (рис. 2).

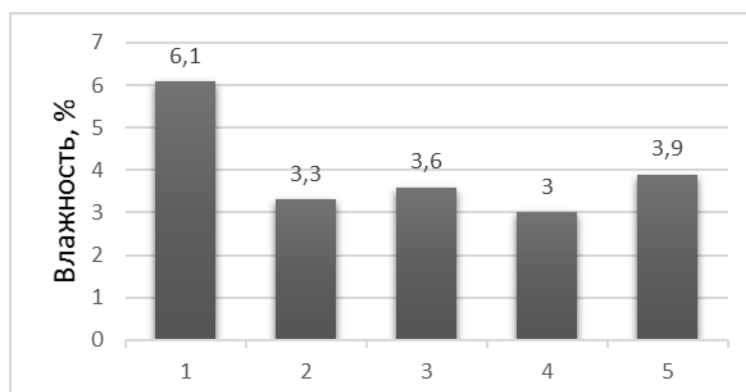


Рис. 2. Диаграмма влажности полученных плит

Влагостойкость плит, а именно результаты исследования на водопоглощение и разбухание по толщине плит, контрольные плиты из игольча-



той стружки и модифицированные плиты, в которые был добавлен вермикулит, можно сделать следующие выводы: сравнивая контрольные плиты № 1 с плитами № 2 и 4, в которые был добавлен вермикулит, при разбухании по толщине плит видна тенденция резкого падения с 20,5 % до 11,3 %, уменьшилась почти в 2 раза, в плитах № 3, 5 из плоской стружки разбухание увеличилось; водопоглощение в плитах с игольчатой стружкой меньше, чем в плитах на основе плоской стружки (рис. 3).

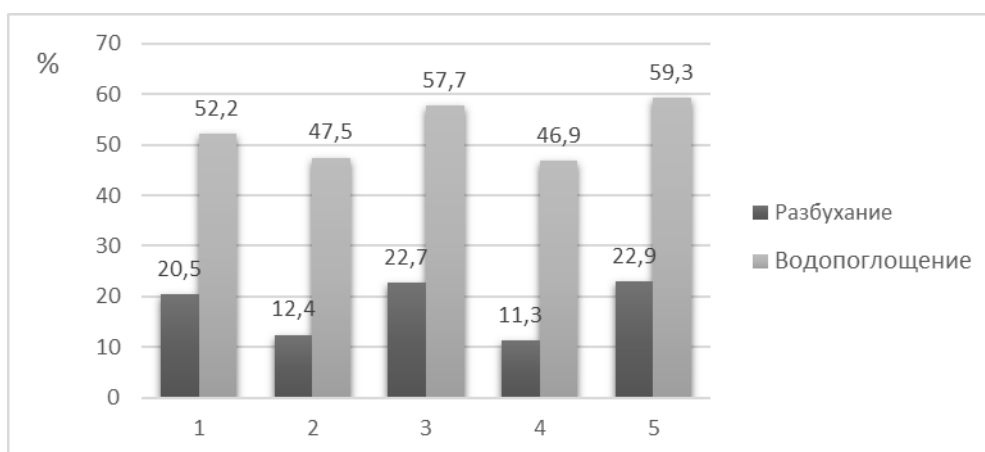


Рис. 3. Диаграмма влагостойкости полученных плит

Исследования на механические свойства, а именно предел прочности на статический изгиб плит, ДСтП из игольчатой стружки и модифицированные плиты с разными параметрами древесных частиц, в которые был добавлен вермикулит, можно сделать следующие выводы: все плиты соответствуют ГОСТ 10632-2014 [3], предел прочности не ниже 10,5 МПа; сравнивая контрольные плиты № 1 с плитами № 2 и 4, в которые был добавлен вермикулит, предел прочности на изгиб незначительно уменьшился, в плитах № 3, 5 из плоской стружки предел прочности уменьшился больше, чем в плитах из игольчатой стружки (рис. 4).

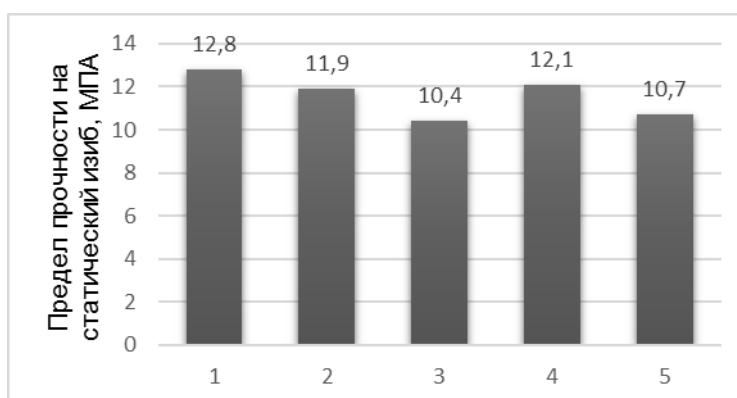


Рис. 4. Диаграмма предела прочности на статический изгиб полученных плит

В целом по результатам экспериментальных исследований можно сделать вывод, что физико-механические свойства у модифицированных плит на основе игольчатой стружки при незначительном изменении плотности плит лучше, чем у модифицированных плит на основе плоской стружки, а влажность модифицированных плит почти в 2 раза меньше, чем у плит, немодифицированных вермикулитом.

#### *Библиографический список*

1. Кузнецова О. В., Синегубова Е. С., Чепчугов М. П. Повышение гидрофобных свойств древесно-стружечных плит // Лесная наука в реализации концепции уральской инженерной школы: социально-экономические и экологические проблемы лесного сектора экономики: мат. XII Межд. науч.-техн. конф. – Екатеринбург : УГЛТУ, 2019. – С. 20–23.
2. Кузнецова О. В., Синегубова Е. С., Чепчугов М. П. Исследование свойств древесного композита с добавлением вермикулита разной фракции// Деревообработка: технологии, оборудование, менеджмент XXI века: тр. XIV Межд. Евразийского симпозиума 17–20 сентября 2019 г. – Екатеринбург : УГЛТУ, 2019. – С. 68–72.
3. ГОСТ 10632-2014. Плиты древесно-стружечные. Технические условия. Введ. 2015-07-01. – М. : Стандартинформ, 2014. – 14 с.

УДК 676.056.23/27

Н. В. Куцубина, В. В. Васильев, К. С. Исаева  
(N. V. Kutsubina, V. V. Vasiliev, K. S. Isaeva)  
УГЛТУ, Екатеринбург  
(USFEU, Yekaterinburg)

#### **О ПУТЯХ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ И РЕМОНТА ОБОРУДОВАНИЯ ЦБП (THE WAYS TO IMPROVING TECHNICAL MAINTENANCE AND REPAIR OF EQUIPMENT IN THE PULP AND PAPER INDUSTRY)**

*Рассмотрены вопросы совершенствования системы ТОиР путем применения диагностических паспортов оборудования на предприятиях ЦБП.*

*The issues of improving the MRO system by using diagnostic certificates of equipment at pulp and paper enterprises are considered.*

Эксплуатация является самым продолжительным этапом жизненного цикла технологического оборудования. Сложные производственные комплексы ЦБП – бумагоделательные машины (далее – БМ) – эксплуатируются

десятки лет, работая непрерывно, без резервирования. Многие узлы и агрегаты, валы и цилиндры БМ имеют сотни миллионов и даже миллиарды циклов нагружения.

Эксплуатация физически и морально изношенного оборудования несет в себе громадные риски экономического характера. Отказы оборудования БМ из-за поломок и повреждений достаточно велики.

В настоящее время с целью предотвращения поставочных ремонтов и обеспечения необходимого технического обслуживания оборудования на предприятиях ЦБП применяется система планово-предупредительных ремонтов (ППР) с элементами ремонтов по состоянию.

В основе ППР лежит концепция обеспечения безотказной работы оборудования путем принудительной замены узлов и деталей в сроки, устанавливаемые на основе статистического анализа отказов. А это, в свою очередь, заранее предполагает замену деталей и узлов оборудования, еще не отработавших свой ресурс. Фактически при таком подходе объем регламентных ремонтных воздействий, выполняемых без особой необходимости, может достигать 50 % [1].

Эту проблему на предприятиях решают путем проведения ревизий – осмотров деталей и узлов при неполной разборке оборудования, проводимых во время текущих ремонтов, и в рабочем состоянии при эксплуатации оборудования путем использования методов неразрушающего контроля технического состояния (технического диагностирования) [2]. Результаты технического диагностирования являются основанием для применения стратегии проведения ремонтов оборудования по состоянию (РПС), что позволяет оптимизировать периоды и минимизировать объемы ремонтов.

Для автоматизации функций технического учета оборудования, планирования процессов эксплуатации и ремонта, хранения технической документации на предприятиях используются программные комплексы управления ремонтами и техническим обслуживанием оборудования (Global-EAM, 1C:ТОиР, RealMaint TORO и др.).

Степень внедрения и использования АСУ ТОиР на предприятиях различная, хотя необходимость в единой работоспособной программной платформе для полноценного взаимодействия всех подразделений, задействованных в организации эффективной ТОиР, очевидна.

Для демонстрации сложности взаимодействия приведем фрагмент бизнес-модели процессов ТОиР, разработанную ООО «Простоев.НЕТ» (рис. 1).

Наиболее трудоемкими этапами являются процессы составления справочников и объектов ТОиР, построение оптимальной и удобной иерархии расположения единиц оборудования. А учитывая применяемую в системе ТОиР на предприятиях ЦБП концепцию РПС для описания процесса «Контроль состояния оборудования», возникает необходимость более подробного описания диагностических признаков структурных

параметров технического состояния оборудования. Возрастает актуальность диагностической паспортизации технологического оборудования [3].

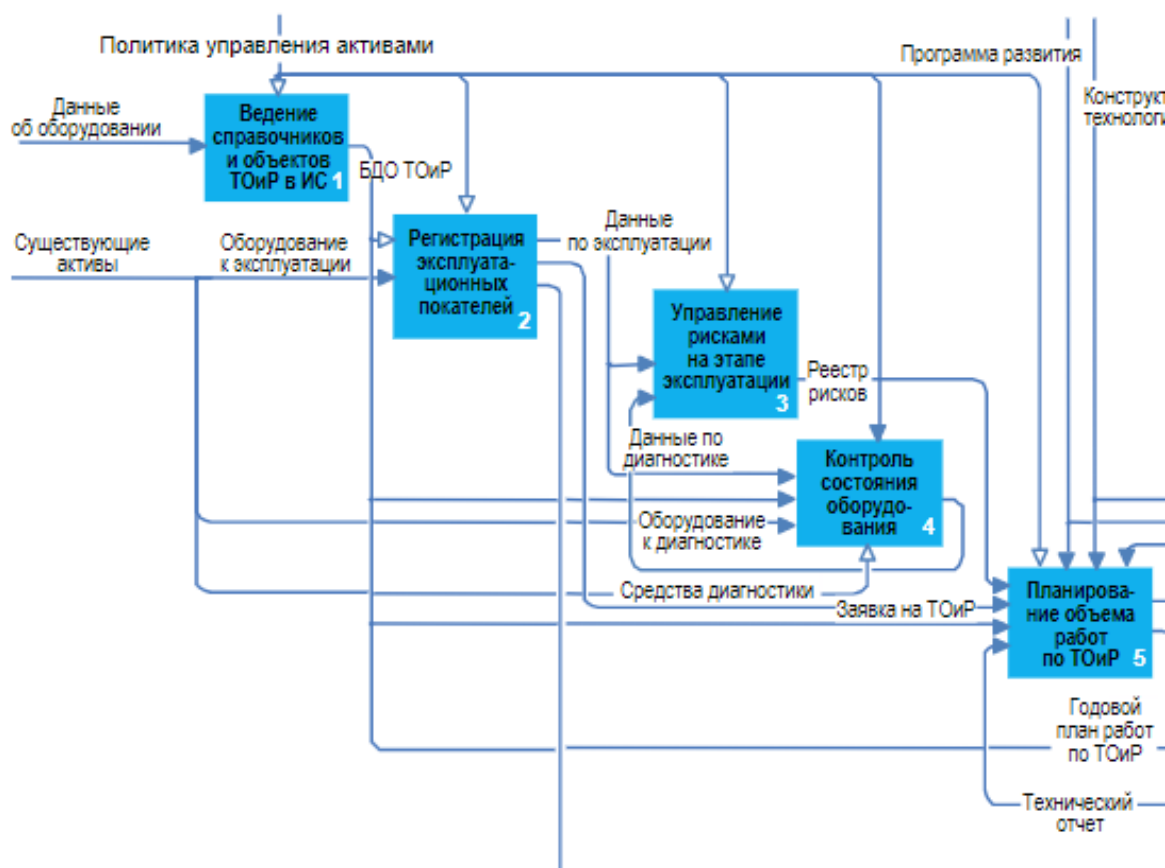


Рис. 1. Фрагмент бизнес-модели процессов ТОиР (ООО «Простоев.НЕТ»)

Диагностический паспорт – это технический документ, характеризующий техническое состояние БМ в динамике его развития. Диагностический паспорт составляется для конкретной машины и содержит нормативные параметры, характеризующие техническое состояние машины в целом или ее составной части и диагностические признаки этих состояний.

Особое место в паспорте уделяется методам идентификации вибрации и нахождения средств уменьшения вибрации до допустимых уровней.

На рис. 2 представлены фрагменты диагностического паспорта, разработанного авторами для прессовой части БМ.

Данные паспорта могут конвертироваться в единую автоматизированную систему ТОиР и использоваться для эффективного контроля и анализа ТС оборудования.

Поддержание оборудования на этапе эксплуатации требует разработки комплексных технических и организационных решений, направленных на повышение эффективности эксплуатации.

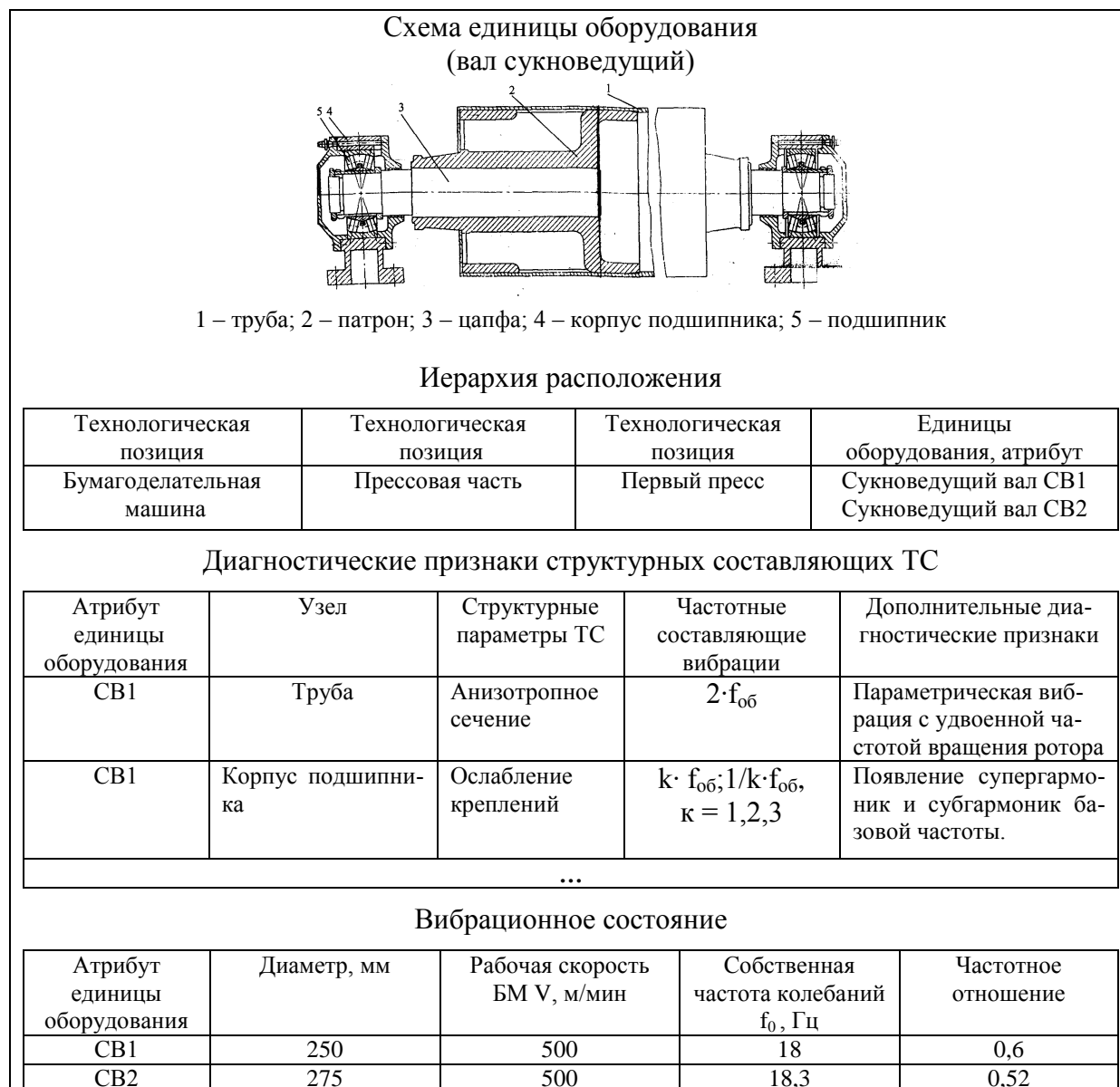


Рис. 2. Фрагменты диагностического паспорта прессовой части БМ

### *Библиографический список*

1. Седуш В. Я., Сидоров В. А., Сушко А. Е. История технического обслуживания и ремонта// Главный механик. – 2016. – №12(162). – С. 39–55.
2. Сиваков В. П., Вураско А. В., Вихарев С. Н. Периодичность диагностирования оборудования при вибрационном контроле// Ремонт. Восстановление. Модернизация. – 2019. – №8. – С. 24–28.
3. Куцубина Н. В., Санников А. А. Совершенствование технической эксплуатации бумагоделательных и отделочных машин на основе их виброзащиты и вибродиагностики: монография. – Екатеринбург : Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2014. – 140 с.

УДК 630.3

А. А. Михеев, М. А. Крюкова, Д. О. Чернышев, О. Б. Пушкарева  
 (A. A. Mikheev, M. A. Kryukova, D. O. Chernyshev, O. B. Pushkareva)  
 УГЛТУ, Екатеринбург  
 (USFEU, Yekaterinburg)

## НАДЗЕМНЫЙ ТРАНСПОРТ И ЕГО РАЗВИТИЕ (OVERGROUND TRANSPORT AND ITS DEVELOPMENT)

*Увеличение потока транспорта и возникновение автомобильных «пробок» создает проблемы при движении на дорогах города. Приведены решения возникших проблем путем возможного возведения в г. Екатеринбург надземной монолитной дороги по примеру европейского варианта подвесной монорельсовой дороги системы Ойгена Лангена. Дана характеристика, краткое описание, обозначены положительные стороны в использовании надземного транспорта и его сравнение с обычным наземным пассажирским транспортом.*

*The article considers city roads problems caused by increased traffic flow and traffic jams. The solutions to the problems that have arisen in Yekaterinburg are given through the possible construction of an elevated monolithic road, similar to the Eugen Langen European version of the suspension monorail. There are characteristics and a brief description of elevated transport provided. Positive aspects of using elevated transport and its comparison with conventional land passenger transport are indicated.*

В настоящее время растут города и увеличивается количество автомобилей, а с этим возникают ряд трудностей, которые приходится решать. В предыдущей статье, опубликованной в журнале «Научный альманах» 2020 г. № 2-2(64), мы затрагивали проблему – затрудненное передвижение транспортных средств по автомобильным дорогам, создающее постоянные «пробки на дорогах» [1].

В немецком городе Вупперталь есть подвесная надземная дорога, проходящая через весь город. Дорога, именуемая как «монорельс», имеет одну рельсовую линию на подвижной состав. Сам же состав состоит из двух подвесных вагонов (рис.1, 2).



Рис. 1. Монорельсовая подвесная дорога системы Ойгена Лангена над проезжей частью



Рис. 2. Монорельсовая подвесная дорога системы Ойгена Лангена над рекой

Эта дорога была построена в 1900 г. и запущена в 1901 г. Высота конструкции подвесной линии варьируется (рис. 3). Над рекой высота составляет 12 м, а над улицами города 8 м. Максимальная скорость этого подвесного транспорта – 60 км/ч. Официальное название дороги – А Монорельсовая подвесная дорога системы Ойгена Лангена. В настоящее время подвесная дорога перевозит до 82 000 пассажиров в день [2].



Рис. 3. Монорельсовая подвесная дорога системы Ойгена Лангена.  
Подвесная конструкция

Жители Вупперталь и по сегодняшний день считают, что это наиболее удобный пассажирский транспорт, являющийся достопримечательностью города.

В городах России наблюдается повышенная загруженность транспорта на автодорогах, и вопрос – как снизить и разгрузить автопоток – всегда актуален. Данная статья рассматривает обозначенную проблему на примере одного из городов России – г. Екатеринбург.

Екатеринбург – столица Урала. Численность населения на 2020 год приближается к полутора миллионам, составляет – 1 493 749 млн/человек (без учета приезжих граждан). Количество автомобилепотока очень большое, согласно мониторинговой системе «Яндекс Пробки» в среднем пробки в г. Екатеринбург от 7–9 баллов. Это значит, что человек может передвигаться по городу от точки А до точки Б примерно за 40 мин – 1,2 ч, что, конечно же, много для города с плотностью населения 3191,77 чел./км<sup>2</sup>.





Строительство надземной дороги значительно разгрузит большой автотранспортный поток в городе. Подвесные рельсы могут располагаться как над проезжей частью, так и вне автомобильных дорог. Вследствие чего можно избавиться от проходящего на маршруте лишнего пассажирского транспорта, такого как трамвай и троллейбус. Если линия проходит по проезжей части автомобильных дорог, то на упорных колоннах подвесной линии возможна установка дополнительного освещения проезжей части для снижения рисков возникновения дорожно-транспортных происшествий.

При возведении надземной дороги и ее изготовлении нет ничего сложного. Сам состав состоит из нескольких вагонов, приводящихся в движение от электродвигателя. Он передаёт момент вращения на колёса, расположенных над вагоном. Колёса фиксированы с рельсовой линией. Аналогию можно привести с трамваем либо с троллейбусом.

Безопасность движения оправдывает себя. За все время существования Монорельсовой подвесной дороги в городе Вупперталь произошло только одно необычное ДТП (21 июля 1950 г.). В этот день директор цирка Althoff решил в рекламных целях прокатить на монорельсе слона Туффи. Животное посадили в вагон на станции «Alter Markt». Идея поездки на монорельсе слону ему не понравилась, и он начал проявлять беспокойство. Вскоре после отправления животное проломило стенку и выпало из вагона. К счастью, в это время поезд проезжал над рекой. Слон упал в воду с высоты пяти метров и не получил серьёзных ранений.

В целом, надземная транспортная система Екатеринбурга – это шаг к архитектурным инновационным изменениям. Она сможет стать примером для других мегаполисов, чтобы повысить плотность застройки города и при этом жить в полной гармонии с природой. С таким транспортом можно изменить саму систему оплаты, заметно улучшить внешний вид города, совершенствовать технологии, сделать город местом для привлечения туристов и центром для проведения разных масштабных мероприятий. Вполне возможно, что НАТЕ в ближайшем будущем воплотиться в жизнь и станет достопримечательностью Екатеринбурга – крупного города Уральского региона.

### *Библиографический список*

1. Современное общество, образование и наука : междун. науч.-практ. конф. // Научный альманах. – Россия : Тамбов, 2020. – 166 с. – URL: <http://www.ucom.ru/doc/na.2020.02.02.pdf> (дата обращения 10.09.2020).
2. Монорельсовая подвесная дорога системы Ойгена Лангена / Канал «Транспортофилия» Платформы Яндекс Дзен. – URL: <https://zen.yandex.ru/media/transporto/monorelsovaia-podvesnaia-doroga-sistemy-oigena-langena-5da6263d92414d00aeffb2b> (дата обращения: 10.09. 2020).

УДК 630.377

О. В. Нечаева, А. Н. Баранов, Т. Е. Воронцова  
(O.V. Nechaeva, A. N. Baranov, T. E. Vorontsova)  
СибГУ им. М.Ф. Решетнева, Красноярск  
(RSSU, Krasnoyarsk)

**ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА ЛЕСОТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМ,  
СООТВЕТСТВУЮЩИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫМ  
И ЭКОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ**  
(TECHNICAL EQUIPMENT FOR FOREST TRANSPORTATION  
SYSTEMS CORRESPONDING TO OPERATIONAL  
AND ENVIRONMENTAL REQUIREMENTS)

*В статье представлена эффективная дорожная конструкция для круглогодичного освоения лесных массивов на грунтах с низкой несущей способностью, отвечающая эксплуатационным требованиям и экологической безопасности.*

*An effective road structure for year-round development of forest areas on soils with low bearing capacity, which meets operational requirements and environmental safety is presents in the article.*

Успешная работа лесозаготовительных предприятий возможна при ритмичном поступлении древесины на склад предприятия. Это можно достичь, если лесозаготовительный процесс осуществляется круглый год и будет базироваться на лесотранспортную систему, которая включает в себя технологию работы, технические средства и систему управлений. Самым финансово затратным элементом лесотранспортной системы являются технические средства, которые подразделяются на подвижной состав и дорогу [1]. Поэтому наличие эффективных и недорогих технологий строительства лесовозных дорог является весьма актуальной задачей, особенно если не наносится вред окружающей среде.

При проектировании лесовозных дорог следует учитывать сохранение ценных природных ландшафтов, лесных массивов, а также пути перемещения диких животных и обитателей водной среды. К строительным нормам и правилам устройства относятся: защита полей от размыва и заиления, нарушения дернового и растительного покрова, заболачивания, вопросы нарушения гидрологического режима водотока и природного уровня грунтовых вод и др. В случае использования производственных отходов следует учитывать их агрессивность и токсичность по отношению к окружающей среде [2].

На основе анализа разработанных ранее дорожных конструкций на грунтах с низкой несущей способностью нами установлено, что разработанные на сегодняшний день дорожные конструкции не долговечны,

приводят к изменению гидрологического режима местности, становятся препятствием для миграционного процесса животных, а также требуют дорогостоящих материалов для строительства [3].

Нами предлагается дорожная конструкция, отвечающая эксплуатационным требованиям и экологической безопасности. Она сооружается из доступных дорожно-строительных материалов, соблюдаются принципы обеспечения прочности дорожных конструкций за счет сохранения неизменной удельной нагрузки и гидрологического режима местности района строительства.

Для обеспечения эксплуатационных свойств дороги (прочности, достаточной для движения подвижного состава с номинальной нагрузкой круглый год) разработана дорожная конструкция, основание выполнено из грунтовых «сигар», представляющие собой непроницаемый прочный эластичный материал в виде цилиндрических емкостей, наполненный сухим грунтом. Поверх основания укладывается нетканый перфорированный материал и отсыпается подстилающий слой из дренирующего материала, который уплотняется пневмокатком. На поверхности дренирующего материала сооружается общая однослойная дорожная одежда из гравийной смеси.

Такая дорожная конструкция позволяет увеличить расстояние от основания дорожного покрытия до уровня грунтовых вод, за счет укладки слоев в разбежку, и каждый последующий слой расположен перпендикулярно предыдущему слою, обеспечивает пустоты для вертикального, а также продольного и поперечного горизонтального дренирования. За счет этого улучшается водно-тепловой режим местности, а также повышается устойчивость дорожного сооружения и долговечность использования. Миграция влаги вдоль и поперек дороги в различных рельефах местности – на подъемах, спусках и поперечных уклонах будет происходить без ее накопления. Повышение прочности всей дорожной конструкции достигается за счет достижения конечной формы несущих элементов – «сигар» при их деформации на завершающей стадии строительства, что позволяет перераспределить нагрузку с подвижного состава на основание [4].

Предложенная дорожная конструкция на основании из грунтовых «сигар» отвечает требованиям долговечности, так как входящие в ее состав материалы имеют минеральную основу. Создание такого инженерного сооружения ввиду его проницаемости обеспечит неизменность гидрологического режима местности района строительства. Данная дорожная конструкция не будет препятствием для миграционных процессов животных, так как ее основание находится ниже уровня поверхности земли, а над поверхностью находится только дорожная одежда.

Построенный участок дороги может быть использован для круглогодичного освоения лесных массивов на грунтах с низкой несущей способностью, проведения лесохозяйственных мероприятий по лесовосстановлению и противопожарных мероприятий.

*Библиографический список*

1. Транспорт леса: учебник для вузов / Под ред. Э. О. Салминена. В 2 т. – (Высшее профессиональное образование. Лесное хозяйство). – Т. 1 : Сухопутный транспорт, 2009. – 368 с.
2. Строительная экология : учебно-методический комплекс / А. Н. Гульков, Л. В. Андреева, Е. Г. Автомонов и др. – М. : Проспект, 2015. – 234 с.
3. Буршина М. П. Совершенствование способа строительства технологической лесовозной дороги с дренирующим материалом // Лесной и химический комплексы – проблемы и решения: сб. мат. по итогам Всерос. науч.-практ. конф. (9 декабря 2016 г., Красноярск). – В 2 т. – Т. 1.
4. Баранов А. Н., Еналеева-Бандура И. М., Филиппов Н. А. Технологическая лесовозная дорога: RU 2 726 709 С1: МПК E01C 9/08 E01C 3/04 от 16.07.2019. – Патент, 2019.

УДК 625.719

М. В. Савсюк  
М. V. Savsiuk  
УГЛТУ, Екатеринбург  
(USFEU, Yekaterinburg)

**К ВОПРОСУ О ЛЕСНЫХ ДОРОГАХ**  
(ON THE ISSUE OF FOREST ROADS)

*Рассмотрены проблемы создания и эксплуатации лесных дорог при освоении лесных массивов.*

*The problems of construction and repair of forest roads during deforestation are considered.*

В Стратегии развития лесного комплекса РФ до 2030 г. определены размеры предельной расчетной лесосеки, освоение которой не требует строительства новых железнодорожных магистралей, однако освоение лесных массивов невозможно без строительства новых и содержания существующих автомобильных дорог.

Одним из важных критериев эффективности работы лесного комплекса является степень развитости лесных дорог, поэтому необходимо уделять повышенное внимание развитию инфраструктуры при освоении лесных массивов.

Транспортную доступность лесных массивов должна обеспечивать оптимальная схема лесных дорог.

Лесные дороги – это дороги, расположенные на землях лесного фонда. Они предназначены для доступа органов управления лесным хозяйством и лесопользователей к конкретным лесным массивам [1].

Лесные дороги являются автомобильными дорогами необщего пользования. Согласно Лесному кодексу РФ, они относятся к объектам лесной инфраструктуры и могут создаваться при любых видах использования лесов, а также в целях охраны, защиты и воспроизводства лесов.

Немалая часть существующих лесных дорог в настоящее время является бесхозной и эксплуатируется эпизодически. Другая часть лесных дорог служит коммуникацией, по которой осуществляется связь с внешним миром, для населения лесных поселков. Эти дороги в соответствии с программами развития дорожной сети подлежат переводу в дороги общего пользования местного значения.

К сожалению, процесс передачи дорог, находящихся в ведении различных ведомств и предприятий, долгий и неопределенный. Основными сдерживающими причинами являются неудовлетворительное техническое состояние дорог и дефицит финансовых ресурсов.

В зависимости от назначения лесные дороги подразделяют на лесовозные – для вывозки древесины (строят в эксплуатационных лесах) и лесохозяйственные – для обеспечения выполнения лесохозяйственных мероприятий (строят в защитных и резервных лесах).

Лесовозные автомобильные дороги по государственной классификации отнесены к объектам промышленного транспорта.

Согласно СП 37.13330.2012 «Промышленный транспорт», автомобильные дороги лесных предприятий создают систему, включающую в себя:

- внешние автомобильные дороги (проектируются, строятся и содержатся по тем же нормам и правилам, что и автомобильные дороги общего пользования (нормы для IV-III категорий дорог));

- межплощадочные лесовозные автомобильные дороги (проектируются, строятся и эксплуатируются, согласно сводам правил: СП 37.13330.2012 «Промышленный транспорт», СП 288.1325800.2016 «Дороги лесные. Правила проектирования и строительства»).

Не стоит забывать и о временных лесных дорогах зимнего действия (снежные и ледяные), которые проектируются и строятся по нормам ВСН 137-89 «Проектирование, строительство и содержание зимних автомобильных дорог в условиях Сибири и Северо-Востока СССР» и правилам СП 288.1325800.2016 «Дороги лесные. Правила проектирования и строительства».

Наиболее распространенной правовой формой использования лесов на территории РФ являются договоры аренды лесных участков. Общий объем заготовленной древесины в стране на арендованных участках составляет около 80 %, при этом доля освоения расчетной лесосеки низка в

связи с тем, что производится освоение лесных участков, не имеющих лесной транспортной инфраструктуры.

Основанием для строительства лесных лесовозных дорог на арендуемых лесных участках, является План освоения лесов, а заказчиком строительства является арендатор лесного участка.

При этом на территории РФ реализуются действующие и планируются новые инновационные проекты, которые позволяют с некоторыми ограничениями развивать лесную транспортную инфраструктуру. Так, например, объем капитальных вложений не должен превышать 20 % общего объема капиталовложений на создание объектов лесоперерабатывающей инфраструктуры, а минимальный объем капитальных вложений должен быть не менее 750 млн рублей.

Однако в лесном законодательстве РФ должным образом не регулируются вопросы строительства и эксплуатации лесных дорог, не определены права арендаторов лесных участков в этом вопросе.

Лесные дороги не входят в перечень автомобильных дорог местного значения и тем более в структуру дорог регионального значения, не отражены в схемах территориального планирования.

Не проработаны механизмы финансирования строительства лесных дорог за счет бюджетных и внебюджетных источников на принципах государственно-частного партнерства.

Перечисленные выше проблемные вопросы затрагиваются в Стратегии, но решения для них не приводятся в однозначном трактовании, что позволяет недобросовестным арендаторам и органам государственной власти на местах трактовать их на свое усмотрение.

Подобный подход не позволяет устойчиво и эффективно проводить эксплуатацию лесов как на благо делового сообщества, так и для граждан, волею судеб живущих в лесных поселках и в ряде случаев не имеющих устойчивой связи с внешним миром, за счет отсутствия качественной и безопасной лесной дороги.

#### *Библиографический список*

1. Булдаков С. И., Савсюк М. В. Транспорт леса: учебное пособие. Автомобильные лесовозные дороги. – Екатеринбург : Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2016. – Т. 1. – 97 с.

УДК 691.542

О. Н. Савченкова, С. А. Чудинов  
(O. N. Savchenkova, S. A. Chudinov)  
УГЛТУ, Екатеринбург  
(USFEU, Yekaterinburg)

**ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ  
ПО УКРЕПЛЕНИЮ ГРУНТОВ  
СТАБИЛИЗИРУЮЩЕЙ ДОБАВКОЙ «СЦ»**  
(TECHNOLOGICAL REQUIREMENTS FOR THE STRENGTHENING  
OF SOILS WITH THE "SC" STABILIZING ADDITIVE)

*Рассмотрены технологические требования к процессу устройства оснований или покрытий дорожных одежд из грунтов, укрепленных стабилизирующей добавкой «СЦ». Представлены рекомендации по технологическим режимам укрепления грунтов стабилизирующей добавкой «СЦ» для строительства автомобильных дорог.*

*The technological requirements for the process of bases constructing and road coats pavement from soils reinforced with the "SC" stabilizing additive are considered. Recommendations on technological modes of soil strengthening with the "SC" stabilizing additive for the highway construction are presented.*

Технология укрепления грунтов является одной из перспективных, особенно в районах с дефицитом или недостаточным количеством каменных материалов. Это позволяет сокращать сроки производства работ и уменьшать стоимость, позволяя при этом обеспечивать высокое качество и долговечность дорожных одежд [1].

Для укрепления местных грунтов применяются различные минеральные и органические добавки. Одной из современных и наиболее эффективных добавок для укрепления грунтов является стабилизатор «СЦ».

Технологическая последовательность строительства слоев оснований и покрытий дорожных одежд из местных грунтов, укрепленных стабилизирующей добавкой «СЦ», может осуществляться двумя способами: смешением грунта со стабилизатором на дороге или приготовлением смеси в стационарном смесителе и укладке готового материала на объекте строительства [2].

При производстве работ по укреплению грунтов до начала устройства основания или покрытия должны быть произведены работы по подготовке технологического слоя земляного полотна, а также по подготовке к работе технологических машин и механизмов.

В процессе подготовительных работ должны быть выполнены определенные операции.

1. Подготовлен рабочий слой земляного полотна для производства работ по строительству слоя основания или покрытия дорожной одежды.

2. Произведены работы по плановой и высотной разбивке слоя основания или покрытия.

3. Доставлен стабилизатор «СЦ» в требуемом объеме на объект строительства.

Далее осуществляется подготовка поверхности технологического слоя, которая включает следующие операции:

1) поверхность технологического слоя перед распределением по нему стабилизирующей добавки «СЦ» должна быть очищена от посторонних предметов;

2) необходимо произвести дополнительное уплотнение технологического слоя самоходным катком.

После технологических операций по подготовке поверхности осуществляется установка копирных струн и стоек с высотными отметками для обеспечения работы технологических машин в автоматическом режиме по контролю продольной ровности и поперечного уклона.

Подготовку слоя земляного полотна для размельчения производят путем его планирования в соответствии проектными высотными отметками автогрейдером. При этом проверяют, чтобы по зерновому составу грунты, используемые для устройства основания или покрытия, соответствовали требованиям СТО 77150282-001-2017 «Стабилизатор структурированный «СЦ». Технические условия».

Далее осуществляют уплотнение слоя земляного полотна катками на пневмошинах до коэффициента уплотнения 0,8–0,9 от максимальной плотности за 2–3 прохода по одному следу.

После уплотнения осуществляют размельчение грунта ресайклером. Влажность грунта при размельчении должна быть 0,3–0,4 от влажности на границе текучести. После размельчения грунта ресайклером проводят лабораторный контроль ситовым методом для проверки качества размельчения грунта. Размельчение считается достаточным, если во взятой пробе грунта количество частиц размером более 5 мм не превышает 25 % от веса грунта, в том числе содержание частиц более 10 мм не превышает 10 %. При необходимости грунт размельчают повторно [3].

Далее осуществляют распределение стабилизирующей добавки «СЦ» по поверхности измельченного слоя с помощью распределителя сухих смесей и производят внесение стабилизирующей добавки «СЦ» в грунт. Данная технологическая операция осуществляется путем перемешивания грунта с добавкой «СЦ» и одновременным добавлением воды, с помощью ресайклера, движущимся с поступательной скоростью 0,36–0,57 км/ч: за первый проход перемешивают сухой грунт, укрепленный стабилизирующей добавкой «СЦ»; за второй грунт перемешивают окончательно.



В процессе работы ресайклера требуется постоянный контроль влажности грунтовой смеси весовым методом или с помощью прибора Ковалева. Если влажность грунтовой смеси больше оптимальной, осуществляют дополнительный проход ресайклера без добавления воды. Если влажность смеси меньше оптимальной, то осуществляют дополнительный проход ресайклера с добавлением воды в необходимом количестве.

После операции перемешивания грунт, укрепленный стабилизирующей добавкой «СЦ», разравнивают с помощью автогрейдера на всю ширину укрепляемого слоя. Планировка осуществляется за 4–5 проходов по одному следу, контролируя проектные параметры поперечного профиля и толщину слоя. В случае обнаружения дефектов их устраняют вручную или автогрейдером.

Окончательное уплотнение укрепленного слоя производят катками на пневмошинах. Уплотнение начинают сразу же после планировки смеси автогрейдером и заканчивают не позднее 3–5 часов после смешения грунта с добавкой «СЦ» и водой.

После окончания уплотнения по слою укрепленного грунта следует распределить пленкообразующий материал, которым может служить битумная эмульсия.

Качество произведенных работ проверяется лабораторным исследованием проб укрепленного грунта, проверкой параметров продольных и поперечных уклонов и коэффициента уплотнения технологического слоя дорожной одежды.

Движение транспорта по слою из укрепленного грунта высоких марок (М75 и выше) допускается осуществлять сразу после уплотнения, движение по слою из укрепленного грунта более низших марок разрешается осуществлять не ранее чем через 24 ч.

Устройство вышележащих слоев дорожной конструкции разрешается осуществлять не ранее чем через 12 ч после уплотнения грунта, укрепленного стабилизирующей добавкой «СЦ».

Описание рабочих процессов в порядке их технологической последовательности при устройстве оснований или покрытий дорожных одежд из привозных грунтов, укрепленных стабилизатором способом смешения на дороге, приведено в табл. 1.

Описание рабочих процессов в порядке их технологической последовательности при устройстве слоев оснований или покрытий дорожных одежд из грунтов, укрепленных стабилизатором «СЦ» способом смешения в смесительной установке, приведено в табл. 2.

Соблюдение указанных технологических требований по устройству оснований или покрытий дорожных одежд из грунтов, укрепленных стабилизирующей добавкой «СЦ», способствует сокращению сроков разработки проекта производства работ, обеспечения качества производства работ и улучшению организации производства в целом [4].

Таблица 1

Описание рабочих процессов в порядке их технологической последовательности при устройстве слоев оснований или покрытий дорожных одежд из местных грунтов, укрепленных стабилизатором «СЦ» способом смешения на дороге

№ про- про- цессов	№ за- хваток	Описание рабочих процессов в порядке их технологической последовательности
1	I	Профилирование рабочего слоя земляного полотна автогрейдером
2	II	Уплотнение рабочего слоя земляного полотна самоходным катком на пневмошинах
6	III	Размельчение грунта ресайклером
7	III	Распределение стабилизатора «СЦ» с использованием распределителя сухих смесей
8	III	Перемешивание грунта, укрепленного стабилизатором «СЦ» с увлажнением до оптимальной влажности, ресайклером
9	IV	Разравнивание и профилирование слоя укрепленного грунта автогрейдером
10	V	Уплотнение слоя укрепленного грунта самоходным катком на пневмошинах
11	VI	Распределение по поверхности укрепленного грунта пленкообразующего материала

Таблица 2

Описание рабочих процессов в порядке их технологической последовательности при устройстве слоев оснований или покрытий дорожных одежд из грунтов, укрепленных стабилизатором «СЦ» в смесительной установке

№ про- про- цессов	№ за- хва ток	Описание рабочих процессов в порядке их технологической последовательности
1	I	Профилирование рабочего слоя земляного полотна автогрейдером
2	II	Уплотнение рабочего слоя земляного полотна самоходным катком на пневмошинах
3	III	Транспортировка укрепленного грунта автомобилями самосвалами
4	III	Разгрузка укрепленного грунта дорожными рабочими
5	III	Распределение укрепленного грунта автогрейдером
6	III	Разравнивание и профилирование слоя укрепленного грунта автогрейдером
7	IV	Уплотнение слоя укрепленного грунта самоходным катком на пневмошинах
8	V	Распределение по поверхности укрепленного грунта пленкообразующего материала

*Библиографический список*

1. Чудинов С. А. Укрепленные грунты в строительстве лесовозных автомобильных дорог. – Екатеринбург : УГЛТУ, 2020. – 174 с.
2. Чудинов С. А. Исследования влияния технологических факторов на прочность цементогрунтов // Вестник Марийского государственного технического университета : серия «Лес. Экология. Природопользование». – 2010. – № 1 (8). – С. 46–52. – Библиогр.: с. 52.
3. Чудинов С. А. Производственные испытания грунтов, укрепленных портландцементом с добавкой полиэлектролита // Лесной журнал. – 2011. – № 6/324 – С. 58–61.
4. Чудинов С. А. Повышение эффективности укрепления грунтов портландцементом со стабилизирующей добавкой // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 5. – URL: <http://www.science-education.ru/119-14565> (дата обращения: 17.10.2020).

УДК 621. 941: 216. 01

А. В. Сергеевичев, Е. О. Овчарова  
(A. V. Sergeevichev, E. O. Ovcharova)  
СПбГЛТУ, Санкт-Петербург  
(SPbSFTU, Saint-Petersburg)

**К ВОПРОСУ ИССЛЕДОВАНИЯ ЗАТУПЛЕНИЯ  
И САМОЗАТАЧИВАНИЯ АБРАЗИВНЫХ КРУГОВ  
ПРИ ШЛИФОВАНИИ ДРЕВЕСИНЫ  
И ДРЕВЕСНЫХ МАТЕРИАЛОВ  
(TO THE QUESTION OF RESEARCHING THE BLANKING  
AND SELF-GROUNDING OF ABRASIVE WHEELS WHEN SANDING  
WOOD AND WOOD MATERIALS)**

*Применение абразивных кругов из сферинокорунда повышает производительность процесса абразивной обработки деталей, а также расширяет область применения жесткого абразивного инструмента при шлифовании древесины и древесных материалов за счет снижения засаливания инструмента и ликвидации прижогов обрабатываемой поверхности.*

*The use of abrasive wheels made of spherecorundum increases the productivity of the process of abrasive processing of parts, and also expands the field of application of hard abrasive tools when grinding wood and wood materials by reducing the salting of the tool and eliminating burns on the treated surface.*

Исследованию процесса шлифования древесины и древесных материалов абразивными инструментами посвящены работы многих ученых [1–4].

По результатам проведенных исследований использование для шлифования древесины и древесных материалов абразивных кругов имеет определенные преимущества перед шлифовальной шкуркой, а именно высокую точность обработки, хорошее качество шлифованной поверхности, высокую стойкость, большой ресурс работы абразивного инструмента, относительно низкую стоимость. Отмечается, что в зависимости от режима шлифования абразивный круг может работать с самозатачиванием или с затуплением.

Основными характеристиками абразивного инструмента, определяющими его рабочие свойства, являются зернистость, твердость и структура. Для получения различной твердости и структуры необходимо обеспечить определенное соотношение абразивных зерен, связки и пор в единице объема инструмента.

Шлифование древесины и древесных материалов абразивными кругами сопровождается двумя одновременно протекающими процессами: затуплением круга и его самозатачиванием. Преобладание того или иного процесса зависит от физико-механических свойств зерна, связки, характеристики круга, свойств обрабатываемого материала, режима резания и т. д.

В процессе шлифования обычным абразивным материалом растут площадки износа зерен, увеличивается радиус закругления и передний угол, разновысотность зерен уменьшается, плотность их распределения по поверхности круга возрастает. При достижении передним углом максимального значения абразивные зерна перестают совершать полезную работу резания, а производят только упругое и пластическое оттеснение материала обрабатываемой поверхности. В результате увеличивается работа на преодоление трения, пластическую деформацию, повышается тепловыделение, увеличиваются силы, действующие со стороны материала на зерно. Дальнейшее протекание процесса зависит от вида износа зерен и прочности связки. Если происходит только истирание режущих элементов шлифующих зерен с образованием на них площадок и силы удержания зерна в связке велики, то круг работает в режиме затупления и абразивный режущий инструмент превращается в инструмент трения, прижигающий обрабатываемую поверхность. В этом случае режущая способность абразивного инструмента восстанавливается принудительным удалением затупившихся зерен в процессе правки. Потеря режущей способности происходит и в результате заполнения межзернового пространства абразивного инструмента стружкой.

В случае, когда с увеличением нагрузки на каждое зерно происходит его микроразрушение с отделением от него небольших частиц или макро-разрушение с отделением крупных частиц, соизмеримых с размером зерна, или полное вырывание зерен из связки, это приводит к увеличению расстояния между зернами и во взаимодействие с обрабатываемым материалом вступают новые нижерасположенные, незатупившиеся зерна. Таким

образом рабочая поверхность круга постоянно обновляется, и он работает в режиме самозатачивания.

Самозатачивание является отличительным свойством абразивного инструмента. В лезвийном инструменте разрушение – это критическое событие, ведущее к поломке и выходу его из строя. В абразивном инструменте разрушение режущих зерен – нормальное рабочее состояние, так как действующие и допустимые нагрузки достаточно близки по величине. В этом случае инструмент работает в режиме самозатачивания.

Для абразивных кругов из сфорокорунда процессы износа и самозатачивания имеют свои особенности. Самозатачивание абразивных кругов из сфорокорунда осуществляется не только за счет вырывания и удаления зерен с поверхности круга, а главным образом за счет обнажения острых режущих стенок полых сферических абразивных зерен. Первоначально при механической обработке абразивных кругов посредством правки производится обнажение острых кромок зерен. Однако важным является определение условий, при которых происходит обнажение стенок в процессе шлифования.

Сферическая форма зерна приводит к преобладанию упругой и пластической деформаций при большинстве соотношений глубины внедрения абразивного зерна в обрабатываемый материал к радиусу абразивного зерна, возникающих в процессе шлифования. Разрушение абразивного зерна может наступить при достижении нагрузки со стороны обрабатываемого материала предельной, соответствующей механической прочности абразивного зерна сфорокорунда.

Нагрузка, разрушающая целое абразивное зерно сфорокорунда в процессе шлифования, зависит от режимов шлифования, твердости обрабатываемого материала и характеристик круга. В зависимости от твердости обрабатываемого материала необходимо применять абразивный инструмент соответствующих характеристик: зернистости, твердости, структуры. При этом необходимо использовать сфорокорунд, имеющий оптимальные физико-механические свойства, в частности толщину стенки зерна, которая во многом определяет его разрушающую нагрузку.

Воздействие лепестков рабочего тела шлифовального круга из объемного нетканного материала, несущего абразив, закрепленный в нем связующим веществом, выражается равнодействующей сил трения. При установке лепестков в рабочем теле под углом к оси круга равнодействующая сил трения складывается из сил трения в плоскости лепестка и силы, нормальной к плоскости лепестка. Нормальное давление будет определяться направлением действия силы со стороны детали относительно лепестков, количеством лепестков в этом направлении и степенью деформации рабочего тела круга в радиальном направлении. Жесткость единичного лепестка в нормальной плоскости во много раз меньше, чем в плоскости лепестка, поэтому коэффициенты трения в этих плоскостях будут различны.

В процессе шлифования единичное абразивное зерно сферокорунда не может внедриться на такую глубину, при которой нагрузка со стороны обрабатываемого материала достигла бы разрушающей величины. Обнажение режущих стенок абразивных зерен сферокорунда в процессе шлифования происходит вследствие износа. Нагрузка, разрушающая целое абразивное зерно сферокорунда в процессе шлифования, зависит от режимов шлифования, твердости обрабатываемого материала и характеристик круга.

При взаимодействии рабочего тела круга из объемного шлифовального полотна первоначально происходит деформация периферийной зоны лепестка под действием сил со стороны обрабатываемой детали, перед зоной контакта впереди идет волна предварительного смещения, а затем деформированный в предельно допустимое состояние лепесток оказывает абразивное воздействие на деталь.

### *Библиографический список*

1. Гришкевич А. А., Костюк О. И. Увеличение периода эксплуатации шлифовального инструмента при обработке древесины // Машиностроение и машиноведение. – Минск : БарГУ, 2015. – № 3. – С. 17–21.
2. Новоселов Ю. И. Динамика формообразования поверхностей при абразивной обработке. – Севастополь : СевНТУ, 2012. – 304 с.
3. Сергеевичев А. В. Анализ разрушения абразивных зерен при шлифовании древесины и древесных материалов // Лесной журнал. – 2015. – №5. – С. 117–125.
4. Brinksmeier E. Advances in Modeling and Simulation of Grinding Processes *CIRP // Annals – Manufacturing Technology*. – 2012. – Vol. 55. – Chapter 2. – Pp. 667–696.

УДК 625.711

А. В. Сирота, М. В. Бормотов,  
А. Д. Дроздов, А. Д. Турушев, С. И. Булдаков  
(A. V. Sirota, M. V. Bormotov,  
A. D. Drozdov, A. D. Turushev, S. I. Buldakov)  
УГЛТУ, Екатеринбург  
(USFEU, Yekaterinburg)

### **ВЛИЯНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА ПРОЧНОСТЬ ЦЕМЕНТОГРУНТОВ В ДОРОЖНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ (INFLUENCE OF TECHNOLOGICAL FACTORS ON THE STRENGTH OF CEMENT SOILS IN ROAD CONSTRUCTION)**

*В статье описано влияние технологии производства дорожных работ на прочность цементогрунтов, использование добавок для улучшения технологических свойств цементогрунтовых смесей.*

*The article describes the impact of road works technology on the strength of cement-ground, the use of additives to improve the technological properties of cement-ground mixtures.*

В настоящее время приоритет отдается тем методам строительства, которые не только снижают стоимость строительства и содержания дорог, но и обеспечивают дорожное покрытие улучшенного качества и долговечности. Один из таких методов – использование существующего грунта в качестве строительных материалов путем его укрепления.

Цементогрунтом называют искусственный монолитный материал, который представляет собой плотную, затвердевшую смесь природного грунта, воды и цемента, перемешанную в расчетных пропорциях до установленной однородной массы. Уже доказана эффективность устройства дорожных покрытий местными слоями грунта, укрепленных разными вяжущими.

Композитным материалом для устройства оснований и покрытий дорог является дорожный цементогрунт. Известно, что конструкционные слои дорожного покрытия из цементогрунта имеют существенный недостаток, который заключается в образовании сети трещин из-за действия на них разнообразных факторов. Такие трещины могут появляться не только из-за приложенных динамических и климатических нагрузок, но и из-за особенностей структуры материала [3, с. 217].

При укреплении грунтов цементом используются всякие добавки для создания лучших условий твердения цемента и улучшения технологических свойств цементогрунтовых смесей, увеличения деформационных свойств цементногрунта. Полимерные добавки, такие как эмульсии, ренолит, смолы, битум, и др., используются во всем мире для улучшения деформационных свойств цементогрунтовых смесей [2, с. 113].

Положительным свойством цементогрунтов является образование в дорожном покрытии прочной монолитной плиты с достаточной жесткостью и несущей способностью, способной поглощать силовые воздействия от движущейся нагрузки. Иногда они могут успешно конкурировать со слоями щебня, гравия или песка. Однако цементогрунты обладают низкой износостойкостью, что исключает их применение в качестве верхних слоев покрытий.

Сложный технологический процесс устройства из отдельных слоев дорожных покрытий из цементогрунтов можно разделить на три этапа: приготовление цементогрунтовой смеси; устройство из готовой смеси слоя дорожного покрытия; уход за свежеложенным цементным основанием.

Изготовление цементогрунтовой смеси предполагает разработку и транспортировку грунта к месту изготовления смеси; измельчение связных грунтов; смешивание размельченного грунта с цементом;

увлажнение цементогрунтовой смеси до расчетной влажности; окончательное перемешивание цементогрунтовой смеси до достижения необходимой однородности. Иногда первый этап также предполагает внесение в грунты различных добавок. В тяжелые глинистые грунты для улучшения гранулометрического состава вносят песок, в грунты с повышенной влажностью или со значительным содержанием гумуса – известь. Однородность цементогрунта и тип построения кристаллизационной структуры зависят от качества приготовления смеси.

Устройство цементогрунтового слоя состоит из следующих технологических операций: укладывание слоя свежеприготовленной цементогрунтовой смеси и её уплотнение. На этом этапе степень уплотнения цементогрунтовой смеси имеет наибольшее влияние на качество материала, которое используется в дорожном покрытии. Она во многом определяет остаточную пористость цементного грунта, плотность укладки грунтовых агрегатов и площадь контакта между ними.

Уход за свежеложенным цементогрунтовым слоем состоит из таких действий: создание оптимального температурно-влажностного режима твердеющей цементогрунтовой смеси в начальный период наиболее интенсивного роста прочности кристаллизационной структуры; защита цементогрунтового слоя от механических повреждений на период недостаточной прочности цементогрунта.

Структура дорожного покрытия, его прочность и долговечность зависят от ряда факторов, а специфика его формирования определяется методом работы, которая проводится на протяжении всего технологического процесса.

По возможности использования для целей управления структурообразующими процессами все факторы можно разделить на три группы.

В первую группу входят свойства сырья: минеральный состав и активность цемента, гранулометрический и минеральный составы грунта, составы и активность добавок. Состав каждого из этих материалов и их свойства можно изменить, добавив гранулометрические добавки: песок, глину, гравийно-песчаную смесь. Цемент получают в промышленности с определенным составом и качеством. На промышленных предприятиях также получают различные поверхностно-активные добавки.

Вторая группа факторов включает состав цементогрунтов, т. е. соотношение в смеси цемента, ПАВ, грунта и воды. Состав смесей можно изменять, что при неизменных свойствах исходных материалов приводит к большим изменениям свойств конечного продукта – цементогрунта.

В третью группу входят технологические факторы, которые сильно регулируют процессы структурообразования. Положительные возможности факторов первых двух групп не могут быть полностью



реализованы, если они не поддерживаются технологией производства работ [1, с. 294].

При строительстве дорожных покрытий из цементогрунтовых смесей наблюдаются значительные колебания как в качестве сырья, так и в технологии производства работ. В большинстве случаев для укрепления используются местные грунты из притрассовых резервов. Их минеральный и гранулометрический составы меняются на протяжении строящегося участка и отличаются от составов проб, привезенных в лабораторию для выбора состава смеси.

Ещё больше отличается от агрегатного состава грунта, используемого для лабораторных работ, агрегатный состав связных грунтов, укрепляемых на дороге.

Современные измельчающие машины не могут обеспечить такую же степень измельчения грунта, какая принята в лаборатории. Нормативные документы допускают использование связного грунта с крупинками более 5 мм до 25 %, более 10 мм – не более 10 %, т. е. агрегатный состав грунта отличается от лабораторного [5, с. 116].

Основным структурообразующим материалом в цементной основе является цемент. Для полной реализации свойств цемента необходимо, чтобы он равномерно распределялся между грунтовыми агрегатами. Иначе в общей массе цементогрунта останутся локальные скопления неукрепленных грунтовых агрегатов с недостаточной водостойкостью и с очень низкой прочностью. Равномерность распределения цемента в массе укрепляемого грунта обеспечивается технологией производства работы – качеством выполнения соответствующих операций по смешиванию компонентов смеси [4, с. 215].

Степень равномерности увлажнения цементогрунтовой смеси также зависит от технологии. И избыток, и недостаток воды приводят к ослаблению кристаллической структуры, снижению плотности и прочности. Конечная плотность цементогрунта во многом зависит от режима уплотнения смеси и определяет прочность и водонепроницаемость цементогрунта. Чем выше плотность, тем лучше условия для физико-химического сцепления частиц затвердевшего грунта друг к другу, тем меньше пор и меньше водонасыщенность.

Продолжительность технологического процесса существенно влияет на качественные показатели уложенного дорожного покрытия. Иногда продолжительность всех работ с влажной цементогрунтовой смесью (влажное перемешивание, разравнивание, уплотнение) на дороге составляет от 3 до 5 часов. Такая разница во времени технологического процесса на дороге и в лаборатории существенно влияет на показатели физико-механических свойств цементогрунта.

Основными факторами, которые определяют временные рамки, являются время схватывания цемента в цементогрунтовой смеси, его

удобообрабатываемость и удобоукладываемость в период производства работ. Технологический режим ухода за ним в первой, наиболее активной фазе структурообразования, имеет огромное влияние на конечную прочность цементогрунта. Основной набор прочности происходит в период с момента производства работ и продолжается до семи суток, но окончательную прочность определяют после четырнадцати суток с момента окончания процессов уплотнения. В итоге совместное действие всех технологических факторов может привести к очень значительным изменениям свойств цементогрунта.

### *Библиографический список*

1. Основина Л. Г. Автомобильные дороги. Строительство, ремонт, эксплуатация. – М. : Феникс, 2015. – 496 с.
2. Арзамасов В. Б. Материаловедение: учебник. – М. : Академия, 2019. – 224 с.
3. Садило М. В., Садило Р. М. Автомобильные дороги. Строительство и эксплуатация. – М. : Феникс, 2018. – 368 с.
4. Рыбьев И. А. Строительное материаловедение в 2 т: учебник для академического бакалавриата. – Люберцы : Юрайт, 2016. – 700 с.
5. Черепяхин А.А., Смолькин А.А. Материаловедение: учебник. – М. : Инфра-М, 2018. – 543 с.

УДК 629.11

Ю. Н. Строганов, А. Ю. Михеев  
(Y. N. Stroganov, A. Y. Mikheev  
УрФУ, Екатеринбург  
(URFU, Yekaterinburg))

### **ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА ОБОРОТНЫХ ПОЛУПРИЦЕПОВ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ДОРОЖНО-СТРОИТЕЛЬНЫХ РАБОТ (APPLICATION OF THE METHOD OF REVOLVING SEMI-TRAILERS IN ROAD CONSTRUCTION WORKS)**

*Основной целью внедрения информационных технологий в транспортно-технологический комплекс является повышение эффективности транспортных средств. В рассматриваемом случае применение информационных технологий заключается в получении оценочных показателей эффективности подвижного состава. Эффективность подвижного состава может оцениваться по двум направлениям: производительность перевозочного процесса и себестоимость транспортной работы.*

*The main aim of implementing information technologies in the transport and technological complex is to increase the efficiency of vehicles. In this case, the use of information technologies is to obtain estimated performance indicators of rolling stock. The efficiency of rolling stock can be evaluated in two ways: productivity of the transportation process and the cost of transport work.*

Одним из основных показателей эксплуатации транспортных средств на предприятии является годовая производительность. Для варианта с прямыми автомобильными перевозками необходимо учитывать все составляющие времени при проведении погрузочно-разгрузочных работ. Тогда зависимость будет иметь вид [1]:

$$W_q = \frac{q \cdot \gamma}{\frac{l}{V_T} + t_{II} + t_P + t_{III} + t_{IP}}, \quad (1)$$

где  $q$  – грузоподъемность, т;

$\gamma$  – коэффициент использования грузоподъемности;

$V_T$  – средняя техническая скорость, км/ч;

$t_{II}$  – время простоя под погрузкой за одну езду, ч;

$t_P$  – время простоя под выгрузкой за одну езду, ч;

$t_{III}$  – время простоя в ожидании погрузки за одну езду, ч;

$t_{IP}$  – время простоя в ожидании выгрузки за одну езду, ч.

Для варианта с применением метода оборотных полуприцепов необходимо учесть время пересоединения полуприцепа между автомобилем и трактором, а также не учитывать время, связанное с разгрузочными работами, т. е.

$$W_q = \frac{q \cdot \gamma}{\frac{l}{V_T} + t_{II} + t_{III} + t_{IE}}, \quad (2)$$

где  $t_{IP}$  – время пересоединения полуприцепа между автомобилем и трактором, ч;

Таким образом, опираясь на опытные данные времени работ по погрузке и разгрузке можно построить график (рис. 1) [2], из которого видно, что часть графика, характеризующая перевозочный процесс по методу оборотных полуприцепов находится в больших значениях производительности, чем часть, характеризующая прямые автомобильные перевозки.

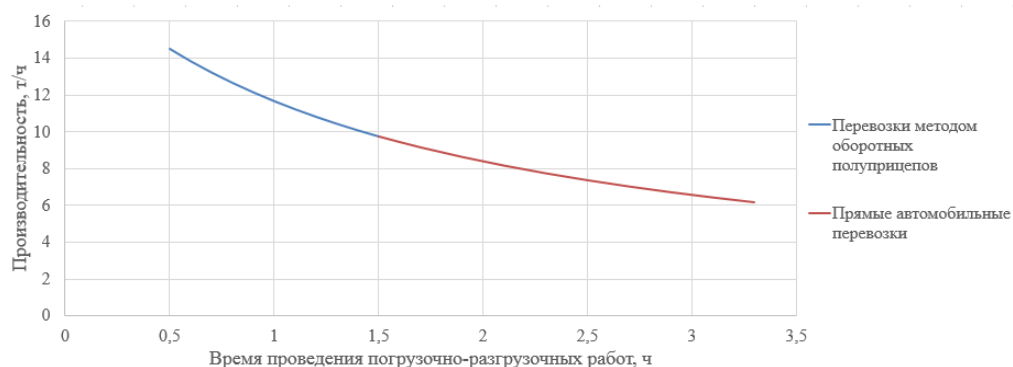


Рис. 1. Зависимость производительности автомобиля от изменения времени погрузки-разгрузки при сравнении двух методов организации перевозок

Можно выделить два вида работ, где может быть применен метод оборотных полуприцепов: при фрезеровании дорожного покрытия (рис. 2) и при выгрузке асфальтобетонных смесей в укладчики (рис. 3). Оба вида работ обусловлены низкой скоростью движения рабочих машин [1].

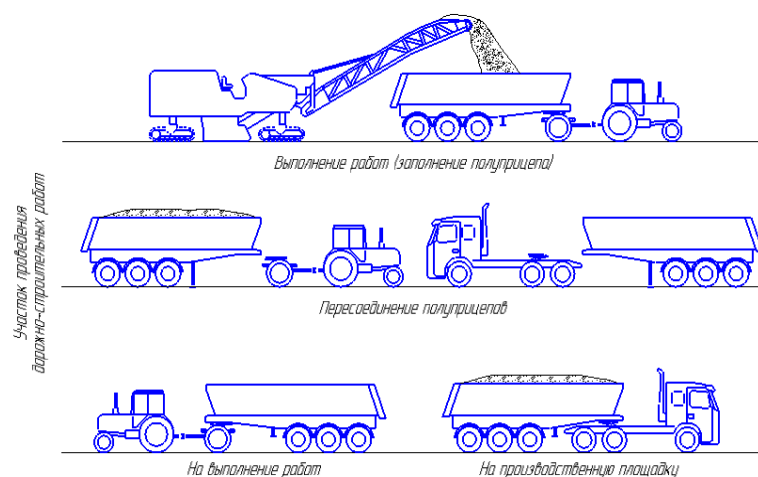


Рис. 2. Схема перевозки по методу оборотных полуприцепов при фрезеровании дорожного покрытия

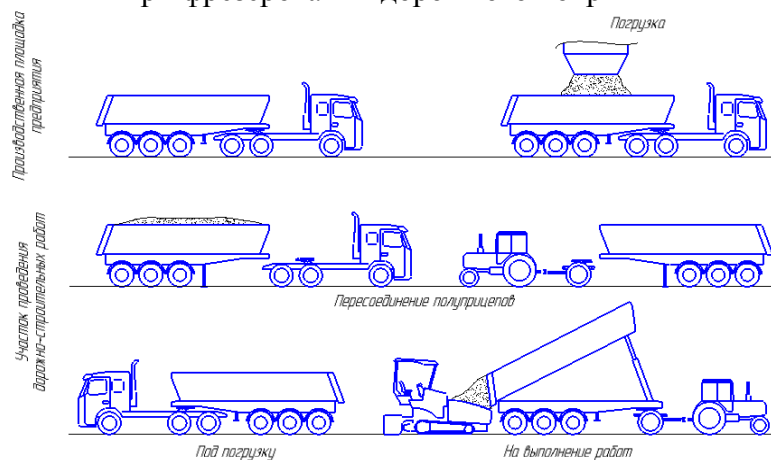


Рис. 3. Схема перевозки по методу оборотных полуприцепов при выполнении асфальтирования дорог

При фрезеровании дорожного покрытия первоначально полуприцеп находится в сцепке с трактором через подкатную тележку. При наполнении полуприцепа трактор перемещает его с участка работ на ровную площадку, где производится пересоединение полуприцепов между трактором и автомобилем-тягачом. Пустой полуприцеп прицепляется к трактору с подкатной тележкой и перемещается на участок выполнения работ. Наполненный полуприцеп прицепляется к автомобилю-тягачу и перемещается на производственную площадку предприятия.

При выполнении укладочных работ на производственной площадке предприятия полуприцепы наполняют материалом и тягач перемещает его на участок дорожных работ. На участке выполнения работ, на специально отведенной ровной площадке, производится пересоединение полуприцепов, наполненный полуприцеп присоединяется к трактору посредством разработанной подкатной тележки, а к автомобилю пустой полуприцеп. Трактор перемещает наполненный полуприцеп к месту укладки асфальта и выгружает часть груза в бункер асфальтоукладочной машины, и, двигаясь перед ней, постепенно дополняет бункер по мере его опустошения. Тягач перемещает пустой полуприцеп на производственную площадку где производится его последующее наполнение асфальтобетонной смесью.

*Выводы.* На основе представленных графика и схем (рис. 2, 3, 4), а также проведенного анализа можно сделать вывод о том, что организация перевозочного процесса по методу оборотных полуприцепов при выполнении дорожно-строительных работ возможна как с технической, так и с технологической точки зрения, и имеет большую производительность, чем прямые автомобильные перевозки.

Данный вывод был опробован в материалах запатентованной авторами данной работы подкатной тележки для буксировки автомобильного полуприцепа трактором [3].

#### *Библиографический список*

1. Техническая эксплуатация автомобилей (управление технической готовностью подвижного состава): учеб. пособие / И. Н. Аринин, С. И. Коновалов, Ю. В. Баженов, А. А. Бочков. – 2-е изд., доп. – Владимир : Изд-во Владим. гос. ун-та, 2003. – 248 с.
2. Нормативы времени на погрузочно-разгрузочные работы, выполняемые на железнодорожном, водном и автомобильном транспорте: в 2 ч. – М. : Экономика, 1987. – Ч. I. – 240 с.
3. Строганов Ю. Н., Михеев А. Ю., Строганова О. Ю. Подкатная тележка для буксировки автомобильного полуприцепа трактором Патент РФ № 188188. 2019.

УДК 629.3.02-83-843

А. А. Таймухаметов, М. А. Крюкова, Д. О. Чернышев  
(А. А. Taimukhametov, М. А. Kryukova, D. O. Chernyshev)  
УГЛТУ, Екатеринбург  
(USFEU, Yekaterinburg)

**ЗАГРЯЗНЕНИЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ОТРАБОТАВШИМИ  
ГАЗАМИ АВТОМОБИЛЕЙ**  
(ENVIRONMENTAL POLLUTION BY CAR EXHAUST GASES)

*Рассмотрена проблема негативного влияния отработавших газов автомобилей на окружающую среду, полученных в результате горения топливо-воздушной смеси, их токсичность и основные способы уменьшения.*

*The problem of the negative impact of car exhaust gases on the environment as a result of combustion of the fuel-air mixture, their toxicity and the main ways to reduce it is considered.*

Автомобили, работая, потребляют большое количество кислорода, кроме этого они сильно загрязняют атмосферу: отработавшими газами, углеводородами, которые выделяются при образовании топливо-воздушной смеси, и испарениями топлива.

Автомобильные выхлопы заполняют улицы городов, оказывают негативное воздействие на людей и растительность. На сегодняшний день, во многих городах основная часть их территорий имеет превышение предельно допустимой концентрации по диоксиду азота.

В России автомобильный транспорт является лидером по выбросу углеводородов и окислов азота, его доля составляет до 91 % от всех остальных видов транспорта. Также посчитано, что автомобили выделяют в районе 40 % всех вредных веществ, которые поступают в окружающую среду, а в городах достигает 80 % [1].

Автомобильные выхлопы, образованные во время работы, бывают токсичными и нетоксичными. Нетоксичными веществами являются углекислый газ и водяной пар, а токсичные вещества – это окись углерода и окислы азота, которые появляются при сгорании топлива. Также автотранспорт выделяет соединения свинца, канцерогенные вещества, сажу и альдегиды, все они способны нанести вред природе и здоровью человека. [2].

Количество негативных веществ в воздухе зависит от ряда факторов: вида и класса топлива, типа двигателя и скорости движения. При скорости 60 км/ч автомобилем на каждом километре пути выделяется 17 л окиси углерода. При уменьшении скорости выбросы увеличиваются, а максимального значения они достигают при работе на холостом ходу. Отсюда следу-

ет, что если автомобиль безостановочно движется с высокой скоростью, то загрязнения окружающей среды от него минимальны (таблица) [3].

**Загрязняющие воздух вещества,  
выделяемые автотранспортными средствами**

Загрязняющее воздух вещество	Количество загрязняющих веществ, выбрасываемых двигателями на режимах, %			
	холостого хода	разгона	движения с по- стоянной ско- ростью	торможения
1	2	3	4	5
<b>Бензиновые двигатели</b>				
Окись углерода	6,9	2,9	2,7	3,9
Углеводороды	0,53	0,16	0,10	1,0
Окислы азота	0,03	0,1	0,065	0,02
Альдегиды	0,003	0,002	0,001	0,03
<b>Дизельные двигатели</b>				
Окись углерода	следы	0,1	следы	следы
Углеводороды	0,04	0,02	0,01	0,03
Окислы азота	0,006	0,035	0,024	0,003
Альдегиды	0,001	0,002	0,001	0,003

В дизельных двигателях наиболее опасное воздействие оказывают отработавшие газы, а газы, выделяемые из картера, содержат небольшое количество углеводородов и угроз за собой не несут. Дыма дизели в отличие от бензиновых выделяют во много раз больше, и он является достаточно токсичным.

Число выбросов опасных веществ в выхлопных газах машин основываются на нескольких причинах: интенсивности движения транспорта, вида топлива, технического состояния авто и качества дороги.

В настоящее время в России действует экологический стандарт «Евро-5» (с 1 января 2016 г.), и все автомобили, которые выпускаются и привозятся на территорию страны, должны соответствовать данному эко-стандарту.

В ближайшее время ожидается увеличение спроса на автомобильный транспорт во всём мире. Увеличение количества автомобилей влечет за собой ухудшение комфортности жизни в больших городах, и в скором времени это может привести к экологической проблеме для всей планеты [4].

На данный момент нет каких-либо разработок, экологический без-опасных двигателей, которые бы устанавливали на новые автомобили. Из-менение состава топлива является очень сложной задачей, так как это тре-бует изменений технологии производства самого горючего вещества. С уменьшением расхода используемого топлива уменьшается и количество выбросов, что достигается путем создания автомобилей с гибридными

двигателями. Сейчас автопроизводители активно производят и выпускают такие автомобили. Отличительная особенность гибридных авто от автомобилей, работающих на нефтепродуктах, заключается в том, что в нем дополнительно установлен электрический двигатель, который работает за счет энергий аккумуляторных батарей и приводится в действие при относительно небольших скоростях (при движении по городу).

Электромобили в своей конструкции имеют только электрический двигатель и полностью независимы от нефти. Но существующие сейчас электромобили в своем большинстве работают на аккумуляторах, которые заряжаются при помощи электросети. Электромобили, работающие за счет солнечной энергии, не получили популярность, так как они имеют высокую цену, а технология производства усложняется рядом трудностей.

Автопроизводители, выпускающие автомобили с электрическими двигателями, считают главным преимуществом электрокаров – экологичность. Действительно, электрические автомобили не образуют выхлопных газов, но всё же если рассматривать всю жизнь электромобиля от производства до списания, значительно выбросы вредных веществ в окружающую среду они не уменьшают. Данные автомобили для подзарядки требуют электрическую энергию, это приводит к увеличению нагрузки на электростанциях, впоследствии на них так же возрастает количество выбросов, которые способны нанести вред окружающей среде.

Профессионалы во всем мире решают проблему по уменьшению экологически опасных выбросов от автомашин. Работают над уменьшением использования личных автомобилей, для этого улучшают общественный транспорт, развивают возможности передвижения пешком и на велосипедах. Транспортная система должна работать рационально, эффективно и экологически безопасно. Разрабатывают новые виды топлива и виды силовых установок (электродвигатели, гибридные двигатели), но даже самые совершенные разработки пока не способны решить данную проблему [5].

### *Библиографический список*

1. Графкина М. В. Экология и экологическая безопасность автомобиля: учебник для студентов. – М. : Форум, 2009. – 320 с.
2. Павлова Е. И. Экология транспорта: учебник для вузов. – М. : Транспорт, 2000. – 248 с.
3. Устройство и эксплуатация автотранспортных средств / В. Л. Роговцев, А. Г. Пузанков, В. Д. Олдфильд и др. – М. : Транспорт, 1989. – 432 с.
4. Луканин В. Н., Трофименко Ю. В. Промышленно-транспортная экология. – М. : Высшая школа, 2001. – 273 с.
5. Зеников С. Экология и электротранспорт: так ли экологичные электромобили будущего, какими их нам представляют. – URL: <http://ecoportal.su/news.php?id=94971> (дата обращения: 15.10.2020).



УДК 658.562

А. Ф. Уразова  
(A. F. Urazova)  
УГЛТУ, Екатеринбург  
(USFEU, Yekaterinburg)

**ПУТИ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ КАЧЕСТВА ПРОДУКЦИИ  
ЛЕСОЗАГОТОВИТЕЛЬНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ  
(WAYS TO IMPROVE THE QUALITY OF PRODUCTS  
OF LOGGING ENTERPRISES)**

*Предложены пути совершенствования качества продукции лесозаготовительных производств, состоящие из следующих моментов: обеспечение производства нормативно-технической документацией; создание базы необходимых средств измерения и комплексного метрологического обеспечения; автоматизации контроля качества выпускаемой продукции. Предложенные мероприятия позволят стабилизировать качество выпускаемой продукции на высоком уровне, тем самым повысив конкурентоспособность и экономическую устойчивость предприятий.*

*The ways of improving the quality of products of logging industries are proposed, consisting of the following points: providing production with regulatory and technical documentation; creating a database of necessary measuring tools and complex metrological support; automating quality control of products. The proposed measures will help to stabilize the quality of products at a high level, thereby increasing the competitiveness and economic stability of enterprises.*

Одним из основных показателей, предопределяющих эффективность предприятия в настоящее время, является качество продукции. Совершенствование технологического процесса и повышение качества процессов определяет позицию предприятия в сложившихся условиях рынка, развитие научно-технического прогресса, повышение эффективности производства [1, 2]. Высокое качество продукции лесозаготовительных предприятий обеспечивается реализацией комплекса мероприятий организационно-технического характера и прежде всего его оснащение контрольно измерительными средствами и автоматизацией технологических процессов.

Контроль и оценивание качества в процессе производства имеет ряд особенностей:

— контроль и оценивание качества требует применения современных и совершенных методов измерения значений показателей качества и обработки их результатов;

— наблюдается тенденция к усложнению продукции — машины, приборы и материалы, как правило, имеют несколько характеристик, раскрывающих

их отдельные свойства, а также множество факторов, влияющих на них, что затрудняет контроль и оценивание качества;

– контроль и оценивание качества требует все больше материальных и трудовых затрат, для снижения которых с целью повышения объективности полученных оценок необходимо применять научно-обоснованные методы.

Для улучшения качества продукции лесозаготовительных производств необходимо прежде всего повышение уровня нормативно-правовой базы, доведения ее положений до каждого рабочего места, до каждого исполнителя, а также экономические методы, обеспечивающие стимулирование требуемого качества.

На предприятии для совершенствования качества продукции необходимо:

- сформировать приказ руководителя предприятия о мероприятиях, обеспечивающих качество выпускаемой продукции;
- иметь полный перечень необходимых документов и стандартов;
- совершенствовать работу службы технического контроля;
- осуществлять последующий контроль за своевременным внесением изменений в системе качества.

Современное управление качеством исходит из положения, что деятельность по управлению качеством не может быть эффективной после того, как продукция произведена, эта деятельность должна осуществляться в процессе производства продукции.

Существующее лесозаготовительное и деревоперерабатывающее оборудование, обладающее достаточным эксплуатационным ресурсом, представляет собой технически сложные, содержащие механические, гидравлические, электрические и электронные устройства и системы. Его состояние ставит перед специалистами задачу по созданию комплексной системы диагностирования оборудования, позволяющей оперативно, с минимальными затратами осуществлять мониторинг процесса и технического состояния оборудования и соответственно обеспечить необходимое качество изготавливаемой продукции [3].

В настоящее время на лесозаготовительных предприятиях уделяется явно недостаточно внимания оценке технического состояния оборудования, а также оснащению производств контрольно-измерительными средствами, приборам контроля качества, почти полностью отсутствует автоматизированный учет выпускаемой продукции. Для повышения качества продукции необходимы инвестиции в систему качества предприятия: оценка технического состояния оборудования, приобретения приборов контроля качества, организация их правильного содержания и метрологического обеспечения.

Средства измерения здесь нужно разделить на два типа:

– средства, контролирующие способность механизмов и станков поддерживать параметры функционирования на неизменном уровне в течение производственного цикла;

– средства, контролирующие качество и количество выпускаемой продукции лесозаготовительных предприятий.

Основное внимание необходимо уделить первому типу средств измерений, способствующих стабилизации технологического процесса и соответственно обеспечению стабильно высокого уровня качества продукции.

Для того чтобы современный уровень отечественного лесозаготовительного производства не отставал от зарубежного, необходимо разрабатывать новые оригинальные методы обеспечения качества продукции и внедрять автоматизированные средства измерения. Наряду с совершенствованием ручного контрольно-измерительного инструмента должны применяться автоматизированные средства, исключающие субъективную погрешность измерений.

Учитывая сложность решения поставленных задач по совершенствованию производства, связанного с внедрением измерительных комплексов контроля качества продукции, необходимо объединить усилия как производителей древесного сырья, так и его потребителей: целлюлозно-бумажных, деревообрабатывающих и других предприятий с учетом требований к сырью конкретного переработчика.

Необходимыми условиями улучшения качества являются организация повышения квалификации кадров, постоянное обучение персонала новым методам и средствам, обеспечивающим качество продукции, совершенствование условий труда и техники безопасности, формирование оперативной системы диагностирования с принятием решений в виде корректирующих и предупреждающих действий на основе объективной информации.

Реализация рассмотренного комплекса мероприятий, позволит поддерживать качество выпускаемой продукции на стабильно высоком уровне, что благотворно скажется на их конкурентоспособности и экономической стабильности.

Статья написана в соответствии с проектом тематики научных исследований, включаемых в планы научных работ научных организаций и образовательных организаций высшего образования, РАН. Тема: «Экологические аспекты рационального природопользования». Код научной темы FEUG-2020-0013.

### *Библиографический список*

1. Уразова А. Ф., Васильев Н. Л. Управление качеством продукции в лесном комплексе: учебное пособие. – Екатеринбург : УГЛТУ, 2020. – 110 с.
2. Уразова А. Ф. Интегрированная система менеджмента качества лесопромышленного предприятия // Научное творчество молодежи – лес-

ному комплексу России : мат. X Всерос. науч.-техн. конф. студентов и аспирантов и конкурса по программе «Умник». – Екатеринбург : УГЛТУ, 2014. – Ч. 1. – С. 128–130.

3. Боярский М. В., Тарасова О. Г. Диагностирование пиломатериалов и лесопильного оборудования (на базе двухэтажной лесопильной рамы) // Вестник Марийского государственного технического университета. Серия: Лес. Экология. Природопользование. – 2011. – № 3. – С. 58–65.

УДК 621.771.065

И. В. Хрусталева, В. В. Сергеевичев  
(I. V. Chrustaliova, V. V. Sergeevichev)  
СПбГЛТУ, Санкт-Петербург  
(SPbSFTU, Saint-Petersburg)

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ  
УСТАНОВКИ ДЛЯ ПРОКАТКИ ДРЕВЕСИНЫ  
МЕТОДАМИ НЕЛИНЕЙНОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ  
(THE OPTIMAL INSTALLATION PARAMETERS FOR  
ROLLING WOOD BY NON-LINEAR PROGRAMMING METHODS)**

*Определение усилий на элементы оборудования при прокатке зависят от породы древесины, ее влажности, предварительной подготовки. Для предварительного определения проектных параметров и анализа чувствительности оптимальных решений к изменению исходных данных на первом этапе проектирования возможно использование методов линейного проектирования.*

*Determining the effort on the elements of equipment when rolling depends on the breed of wood, its humidity, pre-preparation. To pre-determine the design parameters and analyze the sensitivity of optimal solutions to change the raw data in the first stage of design, it is possible to use linear design methods.*

Анализ процесса прокатки древесины показал необходимость создания многоклетевой установки с целью улучшения показателей ее эффективности. Для предварительного определения проектных параметров и анализа чувствительности оптимальных решений к изменению исходных данных на первом этапе проектирования возможно использование методов линейного проектирования.

Рассмотрим случай двухклетевой установки. Для исследования и анализа более общих закономерностей лучше использовать безразмерный вид математической модели. Размер пропускного окна в установке с принят в качестве определяющего геометрического размера. Все остальные геометрические размеры отнесены к этому параметру:

$$\bar{H} = \frac{H}{c} - \text{относительный размер заготовки};$$

$$\bar{D} = \frac{D}{c} - \text{относительный диаметр валка};$$

Задача оптимального проектирования двухклетевой установки для прокатки древесины с целью получения квадратного бруса в общем виде запишется так:

– найти такие размеры пропускного окна в первой и второй клетки:  $c_1$  и  $c_2$ , чтобы суммарное осевое усилие при установившемся процессе прокатки

$$T_{\Sigma}(c_1, c_2) \rightarrow \min \quad (1)$$

при ограничениях: размер перед первой клетки равен  $H_1 = D$ ;

размер после второй клетки равен  $H_3 = d$ ;

относительный диаметр валка  $\bar{D} = 3$ ;

относительные размеры перед входом в клеть  $\bar{H} > 1,3 \dots 1,4$ .

Данная задача сводится к однопараметрической задаче, причем параметры  $c_1$  и  $c_2$  меняются в определенных пределах. Верхний предел изменения просвета  $c_1$  определяется размером  $d$ , то есть работает только одна вторая клеть. Нижний предел просвета  $c_1$  определяется размером  $c_1^H$ , который соответствует случаю, когда работает только одна клеть. Тогда согласно [1]:

$$c_1^H = D - \frac{D-d}{1-k}, \quad (2)$$

где  $k$  – коэффициент, зависящий от влажности древесины.

Таким образом  $c_1$  лежит в интервале  $c_1^H \leq c_1 \leq d$ .

Получим формулу для определения размера  $c_2$  через размер  $c_1$ .

Пластическая деформация на первой клетки равна

$$\Delta_1 = (1 - k)(H_1 - c_1) \quad (3)$$

Тогда размер  $H_2$  будет равен

$$H_2 = H_1 - \Delta_1 \quad (4)$$

Согласно формуле (2):

$$c_2 = H_2 - \frac{H_2 - H_3}{1 - k} = \frac{H_3 - kH_2}{1 - k} \quad (5)$$

Подставляя  $H_2$  и  $\Delta_1$ , можно получить формулу, выражающую  $c_2$  через  $c_1$ .

Метод оптимального решения может быть выбран любой, например, метод золотого сечения.

В табл. 1 приводятся значения суммарной осевой силы в зависимости от относительного размера  $c_1$  для диаметра заготовки  $\bar{D} = 90$  мм, влажности заготовки 20 %, порода – сосна.

Таблица 1

Изменение суммарной осевой силы и относительного размера на входе в клеть

$c_1, \text{мм}$	50	60	70	80	90
$T_{\Sigma}, \text{кН}$	17,5	14,3	12,7	15,1	18,5

Анализ сил показывает, что в двухклетевой установке осевая сила в полтора и более раза меньше при оптимальном значении параметра  $c_1$ , чем для одноклетевой установки [2].

Можно отметить, что оптимальные значения, полученные по минимальному значению осевой силы, практически совпадают с приближительным равенством относительных размеров на входе в клетки, т.е.  $\bar{H}_1 \approx \bar{H}_2$ . Этот факт подтверждается и для других размеров заготовок и другом значении влажности [2]. Так как область минимума достаточно широка, то это позволяет предположить, что при проектировании установок можно задать равномерное распределение  $\bar{H}_i$  по клетям, а рассчитанное суммарное осевое усилие будет близко к оптимальному.

Анализ размеров  $c_1$  и  $c_2$ , полученных при оптимальном проектировании (табл. 2), показывает, что в условиях нестабильности сырья и его влажности добиться качественных результатов по размерам бруса с помощью жестко закрепленных валков практически невозможно.

Таблица 2

Оптимальные значения просветов  $c_1$  и  $c_2$  в зависимости от размеров заготовки и влажности

$D, \text{мм}$	80	85	90	95	100
$c_1, \text{мм}$ $W=15\%$	74	76	77	79	81
$c_1, \text{мм}$ $W=20\%$	69	68,5	68	67,5	67
$c_2, \text{мм}$ $W=15\%$	68	67,5	67	66,5	66
$c_2, \text{мм}$ $W=20\%$	65	62	59	56	53

Поэтому процессы прокатки должны включать в себя операции сортировки заготовок по породам и размерам, определению влажности. Установки для проката должны иметь регулируемые опоры и калибрующие клетки.

Рассмотренный пример был сделан для  $\bar{D} = 3$  и const. Это приводит к тому, что диаметры валков каждой клетки разные. Однако значение осевой силы мало чувствительно к изменению  $\bar{D}$  в широком диапазоне. Это позволяет проектировать установки с одинаковыми диаметрами валков.

Требуемое качество изделий возможно лишь при многоклетевой установке. При проектировании установок можно задать равномерное распределение  $\bar{N}_i$  по клетям, а рассчитанное суммарное осевое усилие будет близко к оптимальному. Значение осевой силы мало чувствительно к изменению  $\bar{D}$  в широком диапазоне. Это позволяет проектировать установки с одинаковыми диаметрами валков. Установки для проката должны иметь регулируемые опоры и калибрующие клетки.

#### *Библиографический список*

1. Боровиков А. М., Уголев Б. Н. Справочник по древесине. – М. : Лесная промышленность, 1989. – 294 с.
2. Хрусталева И. В. Обоснование параметров установки для прокатки сортиментов. дис. ... канд. техн.наук. – СПб. : ЛТА, 1993. – 158 с.

УДК 629.3.027.5.

А. В. Чашина, К. Н. Красман, М. А. Крюкова, Д. О. Чернышев  
(A. V. Chashchina, K. N. Krasman, M. A. Kryukova, D. O. Chernyshev)  
УГЛТУ, Екатеринбург  
(USFEU, Yekaterinburg)

#### **ЭКОЛОГИЯ И УТИЛИЗАЦИЯ ШИН** (ECOLOGY AND RECYCLING OF TIRES)

*В статье рассмотрены проблемы, связанные с утилизацией автомобильных шин. Представлена технологическая схема переработки методом пиролиза. Приведена статистика переработки шин в России и за границей. Так же рассмотрены плюсы в получении продуктов из переработанных шин и дальнейшем использовании в различных отраслях промышленности как сырье для производства.*

*The article deals with some concerns of tire recycling. The technical procedure for the processing by the pyrolysis method is presented. The statistics of tire recycling in Russia and abroad is quoted. The advantages of obtaining*

*products from recycled tires and their further use in various industries as raw materials for production are also considered.*

Научно-технический прогресс, рост производительной силы очень сильно отражаются на окружающей среде, нанося колоссальный вред нашей природе. Остро встают проблемы экологии.

Можно считать, что основной деталью ходовой части авто является резиновая шина. Она изготовлена из каучука, который состоит из синтетики, произведенной из нефти. Резина не подвергается биологическому разложению, огнеопасна, а при длительном контакте с водой, дождем выделяются химические агенты, в почву и воздух. Это все оказывает губительное воздействие на экологию.

Уровень автомобилизации растет, вместе с этим увеличивается объем старых покрышек, которые требуют переработки. Для машин шины являются часто потребляемым материалом, который при полном или частичном износе не подлежит ремонту и меняется на новые. Изношенные покрышки требуют утилизации и переработки. Немалая экологическая и экономическая польза для общества будет заключаться в переработке шин и ее вторичном использовании [1].

С каждым годом экологическая ситуация становится катастрофической – это связано с тем, что происходит постоянный годовой прирост новых отходов от старых автомобильных покрышек, около 11 млн т мирового прироста. Этой ситуации требуется особое внимание и введение способов переработки в странах, где она недоразвита.

В России объем переработки шин составляет около 10 %, такой показатель связан с тем, что в нашей стране утилизация платная, чего не скажешь о Европейских странах – там уровень переработки старых шин достиг 95 %, из них 25 % восстанавливают и используют повторно, 35 % уходит на получение тепла, а в крошку превращается более 35 %. В Европе эволюция процесса утилизации шин привела с 1996-го по 2019 г. к тому, что захоронение старых покрышек снизилось (в процентах) с 49 % до 4 %, получение вторичной энергии увеличилось с 20 % до 40 %, получение вторичных ресурсов с 11 % до 38 %, а восстановление старых большегрузных шин снизилось с 12 % до 9 %.

В нашей стране не осуществляется учет собранных на переработку покрышек, поэтому при оценке их объема можно опираться только на экспертные оценки. По данным Ассоциации содействия восстановлению и переработке шин «Шиноэкология» в среднем по стране объем переработки изношенных шин не превышает 6–8 %.

Главной проблемой в России на пути развития утилизации покрышек от автомобилей является отсутствие централизованной системы сбора шин. Согласно экспертным оценкам в России ежегодно образуется около 700 000 т изношенных шин, что является одной из причин образования



несанкционированных свалок шин, которые наносят ущерб окружающей среде, увеличивают риск возникновения пожаров и выделение ядовитых веществ в атмосферу [3].



Рис. 1. Экологическое бедствие. Горят шины

Объемы шин, которые подлежат утилизации увеличиваются. В 2017 г. переработано 30 000 т, в 2018 – 36 000 т, в 2019 г. – 70 000 т, и этот показатель продолжает расти. При сохранении такой динамики уровень утилизации 50 % осуществится к 2024 г.

В нашей статье мы рассмотрим метод утилизации шин – пиролиз, который меняет химическую структуру. Пиролиз в основном используют для получения тепловой энергии, так как это термическое разложение. Этот процесс происходит в специальной камере без доступа воздуха. Из-за выделения углекислого газа и токсичных веществ переработка резины этим путем имеет ряд ограничений. Пиролиз требует большого внимания с экологической точки зрения. На (рис. 2) представлена схема технологического процесса утилизации шин методом пиролиза [2].

Особенно часто пиролизом пользуются в цементной промышленности. Полученным теплом от сжигания шин заменяют уголь и мазут. В процессе пиролиза изделий, которые содержат резину, получают разные продукты (рис. 3).

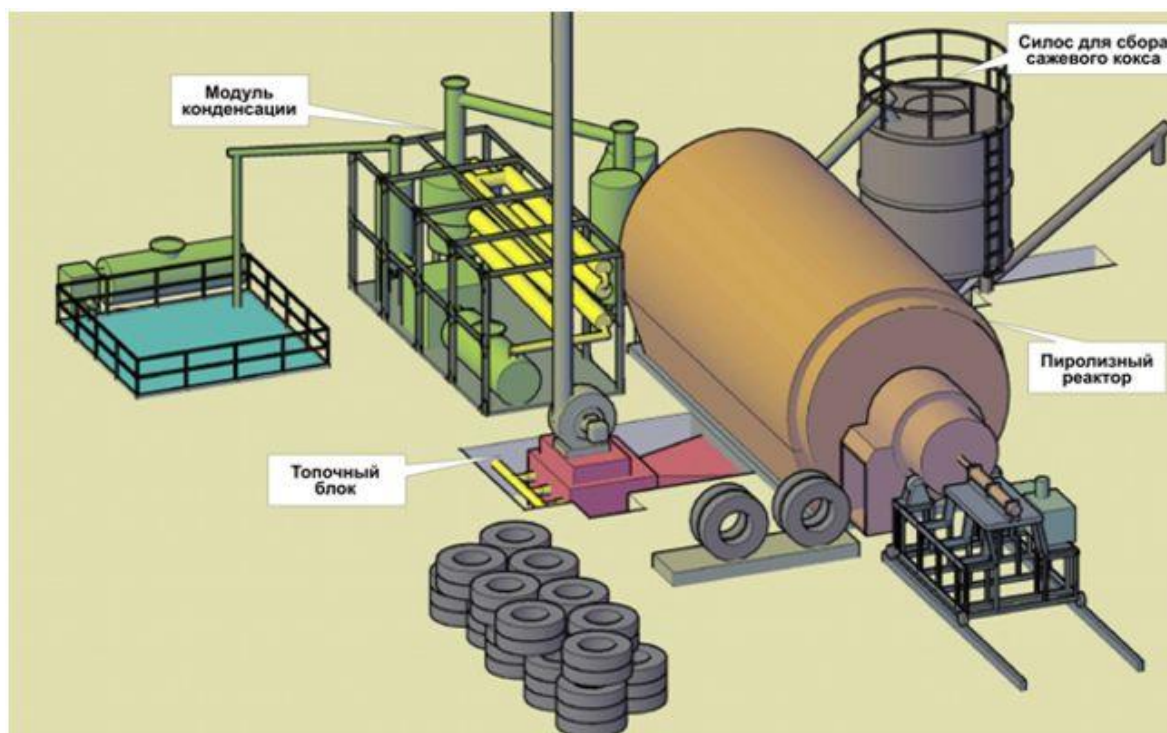


Рис. 2. Технологический процесс утилизации шин методом пиролиза

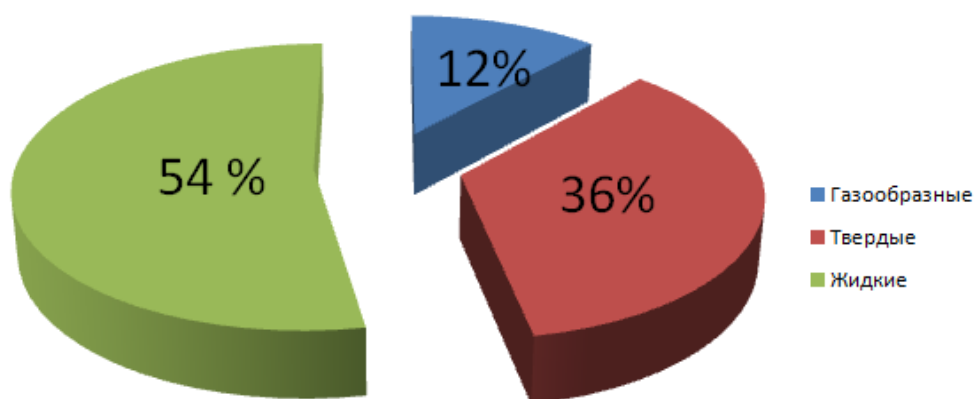


Рис. 3. Продукты, образованные в процессе пиролиза

Процесс пиролиза происходит различными способами. Среда может быть инертной, восстановительной, окислительной или паровой. Так же процесс может происходить в слое псевдосжиженном. Он будет состоять из кварца с шарами из окиси алюминия, керамики, пиролизной сажей. Во время теплового разложения при давлении 100–300 атмосфер корд из текстиля не убирают, потому что в процессе гидрокрекинга он разлагается на низкомолекулярные углеводороды. Материал могут подавать как в уже размельченном виде, так и в облике цельных покрышек, которые в последующем станут расплавлены в экструдере.

Благодаря исследованиям установили, что путем пиролиза резины возможно получать технический углерод, который используется в качестве наполнителя резины. Впрочем, до текущего времени ни один из существующих процессов еще не дал технического углерода высочайшего качества.

Этот способ сочетает преимущество охраны окружающей среды и базы для возможности получения важных химических продуктов.

### *Библиографический список*

1. Все старые покрышки в Европе подлежат переработке и утилизации. – URL: <https://shina.guide/press/22086/> (дата обращения: 17.10.20).
2. Переработка автомобильных шин / Портал «Vtorothody: утилизация и переработка отходов». – URL: <https://vtorothody.ru/pererabotka/avtomobilnyh-shin.html> (дата обращения 15.10.20)
3. Утилизация шин и экология / ООО «Техноресурсы». – URL: <https://www.stanki-ru.ru/poleznaya-informatsiya/ekologiya-i-utilizatsiya-shin.html> (дата обращения: 17.10.20).

УДК 625.76.096

Д. Н. Чегаев, Н. С. Тарасов, С. И. Булдаков  
(D. N. Chegaev, N. S. Tarasov, S. I. Buldakov)  
УГЛТУ, Екатеринбург  
USFEU, Yekaterinburg

## **АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СВЕРДЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ (AUTOMATED SYSTEM OF METEOROLOGICAL SUPPORT FOR THE SVERDLOVSK REGION)**

*В данной статье были рассмотрены принципы работы системы автоматизированного мониторинга метеорологического обеспечения безопасности дорожного движения в зимний период.*

*In this article, the principles of operation of the system of automated monitoring of meteorological provision of road safety in the winter were considered.*

Рост интенсивности движения на современных автомобильных дорогах приводит к необходимости повышения требований к основным транспортно-эксплуатационным показателям (ТЭП). Обеспечение этих требований особенно актуально в период, когда под воздействием погодных факторов ухудшаются сцепные качества дорожного покрытия. По данным

экспертов, погодно-климатические факторы занимают 3-е место среди основных составляющих экономической безопасности России [1].

Совершенствование оперативного управления содержанием дорог за рубежом идет по пути развития интеллектуальных транспортных систем, составной частью которых является подсистема погодного мониторинга. Информация, получаемая в данной подсистеме, позволяет выбирать оптимальные методики работ по содержанию дорог и проводить профилактические работы с целью ликвидации низкого коэффициента сцепления на дорожном покрытии. Необходимость решения задач совершенствования специализированного метеорологического обеспечения для управления работами по содержанию дорог определяется рядом причин:

- ужесточением требований к уровню содержания дорог;
- развитием и совершенствованием техники для содержания дорог;
- необходимостью перехода на более «гибкие» технологии содержания из-за ограниченных финансовых средств и экологических требований;
- внедрением современных технических средств для сбора, передачи и обработки оперативной информации о погодных параметрах в зоне прохождения дороги и состоянии дорожного покрытия;
- все более широким внедрением информационных технологий в процессы управления содержанием дорог.

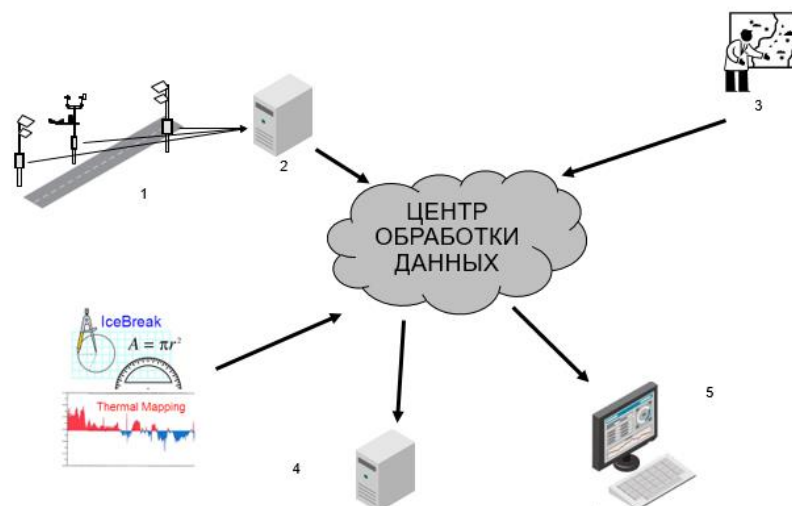
Специальное дорожное метеорологическое обеспечение входит в состав приоритетных направлений развития оперативного управления содержанием дорог и является неременным условием его совершенствования [2].

Анализ дорожно-транспортных происшествий на автомобильных дорогах Свердловской области показал, что с изменением температуры и погодных условий (особенно в зимний и осенний периоды) наблюдается повышение ДТП. Поэтому для обеспечения безопасности дорожного движения и эксплуатации автодорог на современном уровне необходима своевременная, достоверная и детальная специализированная метеорологическая информация.

Наличие регулярной информации о фактических метеорологических условиях в районе автомагистралей, а также специализированных прогнозов погоды позволяет кардинально оптимизировать использование имеющихся ресурсов и соответственно снизить стоимость выполнения работ по содержанию автомобильных дорог [3]. В настоящее время для получения оперативной метеорологической информации на автомобильных трассах используются обычные метеостанции и посты, а также автоматизированные системы метеорологического обеспечения дорожного движения, включающие в свой состав специализированные автоматические дорожные метеостанции (АДМС). В связи с этим в Свердловской области установлено 49 метеостанций.

Автоматизированная система метеорологического обеспечения (далее – АСМО, Система) предназначена для реализации функций сбора, обработки, хранения и передачи данных о фактических и прогнозируемых метеорологических параметрах в информационные системы и сервисы по обеспечению автоматизации процесса управления содержанием сети региональных автомобильных дорог.

Система обеспечивает метеорологической информацией в режиме реального времени службы содержания автомобильных дорог с целью повышения безопасности дорожного движения в неблагоприятных погодных условиях и оптимального использования выделяемых на содержание дорог материальных и финансовых ресурсов. Предоставляемая системой информация позволяет дорожной службе и дорожно-эксплуатационным организациям иметь оперативную информацию о погодных условиях и ожидаемом изменении ситуации на дорогах и заранее подготовиться к опасным явлениям погоды (рисунок).



Принцип работы автоматизированной системы метеорологического обеспечения

1. Стационарные станции
2. Локальный сервер сбора данных
3. Прогноз погоды
4. Серверы дорожных служб
5. On-line визуализация (данные наблюдений, мобильные данные, прогноз погоды, динамическое термокартирование)

Система работает по принципу «Клиент-сервер» с возможностью подключения через публичные глобальные сети (Интернет) автоматизированных рабочих мест (АРМ) пользователей.

Обмен информацией между диспетчерским центром (ДЦ) ГКУ СО «Управление автодорог», установленным периферийным оборудованием и пользователями, осуществляется преимущественно по локальным вычислительным сетям и сети Интернет. Подрядные организации самостоя-

тельно организуют доступ своих диспетчерских центров (ДЦПО) и специалистов к Системе, а также доведут информацию до мастерских участков, дорожных мастеров и водителей КДМ [4].

Серверная часть специального программного обеспечения (СПО) реализована на технологической платформе WINDOWS.

Клиентские рабочие места Системы (АРМ) реализованы на технологической платформе WINDOWS. При этом программное обеспечение АРМ имеет следующие функциональные возможности:

- удаленный доступ ко всем ресурсам Системы;
- унифицированный пользовательский графический интерфейс для всех функциональных подсистем и сервисов.

На уровне диспетчерского центра основным потребителем метеоинформации является оперативный дежурный-диспетчер службы содержания. Диспетчер службы содержания в полном объеме осуществляет ведение базы оперативных данных и является координатором взаимодействия диспетчеров подрядных организаций, осуществляющих содержание автодорог.

Создание АСМО, а также внедрение современных противогололедных материалов, дорожной техники, оборудования и т.п. позволят повысить контроль качества и сроков проведения работ по зимнему содержанию автодорог, минимизировать расход противогололедных материалов, получать объективную информацию о состоянии дорожного покрытия при разборе дорожно-транспортных происшествий, непрерывно контролировать состояние дорожной одежды, включая периоды оттаивания.

#### *Библиографический список*

1. ОДМ 218.8.001-2009. Методические рекомендации по специализированному гидрометеорологическому обеспечению дорожного хозяйства : утв. распоряжением Росавтодора от 26.11.2009 № 499-р.

2. ОДМ 218.2.003-2009. Методические рекомендации по специализированному прогнозу состояния дорожного покрытия : утв. распоряжением Росавтодора от 25.11.2009 № 493-р.

3. ОДМ 218.8.002-2010. Методические рекомендации по зимнему содержанию автомобильных дорог с использованием специализированной гидрометеорологической информации : утв. распоряжением Росавтодора от 14.04.2010 № 296-р).

4. Булдаков С. И., Малиновских М. Д., Савсюк М. В. Эксплуатация автомобильных дорог. Последовательность выполнения работ при ремонте асфальтобетонных дорожных покрытий: учебное пособие. – 2-е изд., перераб. и доп. – Екатеринбург : Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2020. – 119 с.

УДК 629.33

Д. О. Чернышев, М. А. Крюкова, К. С. Проскуряков  
(D. O. Chernyshev, M. A. Kryukova, K. S. Proskuryakov)  
УГЛТУ, Екатеринбург  
(USFEU, Yekaterinburg)

## АВТОМОБИЛЬНЫЕ ЛАМПЫ И ФАРЫ (AUTO BULBS AND HEADLIGHTS)

*Рассмотрены вопросы использования в фарах различных автомобильных ламп. Автомобильные лампы способствуют комфортному безопасному вождению автомобиля и безопасности всех участников дорожного движения. Проведен сравнительный анализ автомобильных ламп, используемых в настоящее время, и сделан вывод по использованию в фарах светодиодных линз.*

*The cases of using various auto bulbs in headlights are considered. Auto bulbs contribute to comfortable, safe driving and the safety of all road users. A comparative analysis of currently used auto bulbs is carried out and a conclusion is made on the use of LED lenses in headlights.*

Всем известно, что хорошая видимость в любое время суток и при различных погодных условиях – залог безопасности движения на дороге. Эксплуатируя свой автомобиль, знаем, что большое внимание стоит уделять головному свету. Головной свет представляет собой определенный комплект фар, предназначенный как для освещения пути перед машиной на ближнем и дальнем расстоянии, так и для обозначения ее встречному транспорту. Именно от этого и зависит комфорт при езде, а самое главное – собственная безопасность, безопасность пассажиров и других участников дорожного движения [1].

У любого автомобиля со временем фары теряют свойства «хорошо светить», например, выгорает покрытие отражателя (в самой фаре или линзе), от мелких галеk и пыли образуются сколы и т.д. Каждый водитель хотел бы улучшить свет своего автомобиля, не нарушая закон.

В данное время имеется 3 варианта автомобильных ламп:

– светодиодные лампы (LED – light-emitting diode – светоизлучающий диод);

– галогеновые лампы;

– газоразрядные лампы (ксенон).

Для каждого типа лампы используется своя конструкция фары [2].

Например, если установить ксеноновую лампу вместо галогена, то свет будет рассеиваться неправильно и будет слепить автомобили, движущимся навстречу. Казалось бы, поменять галоген на ксенон просто, но нет.

Не так давно в автомобильной сфере начали применять LED лампы (светодиоды). В применении просты так же, как галоген, светят ничуть не хуже, чем газоразрядные лампы (ксенон), не требуя при этом установки блока розжига и омывателя фар.

Рассмотрим и кратко разберем достоинства и недостатки каждой из ламп. Начнем с галогеновых ламп – наименее долговечны, светят хуже всего, но при этом дешевые и просты в установке, эксплуатации и обслуживании. Ксенон светит отлично, но недостаток в том, что помимо самой лампы из строя может выйти блок розжига. Кроме того, из-за специфики лампы свет включается с определённой задержкой. Светодиоды на порядок долговечнее своих конкурентов. Самым главным плюсом является то, что они устанавливаются взамен галогена без всяких переделок.

Стандартным временем жизни ламп считается: для галогеновых ламп – около 650 ч.; для газоразрядных (ксеноновых) ламп – около 3200 ч.; для светодиодов (LED) – около 10 000–11000 ч.

Также лампы различаются по так называемой цветности (цветовая температура), которая измеряется в Кельвинах. Кельвин (К) – *единица термодинамической температуры в Международной системе единиц (СИ)*.

Рассмотрим на примере некоторые цветности авто ламп [3].

Группа 1. Лампы теплых цветов

– 2400 К – это насыщенный желтый свет, применение которого наиболее эффективно в непогоду (туманы, дожди, снег).

– 3200 К – это желтоватый свет, который в основном характерен для галогеновых ламп. Такую цветность в основном применяют для транспортных средств и устанавливают в головной свет и ПТФ. Желтоватый оттенок не рассеивается по дорожному полотну, отлично подходит при использовании в метеорологических условиях.

Группа 2. Лампы холодных цветов.

– 4300 К – это белый свет с тепло-желтым оттенком. Такая цветность как правило используется для газоразрядных ламп (ксенона), который гарантирует неплохую видимость в темное время суток. Лучи ламп с такой световой температурой менее всего рассеиваются.

– 5000 К – это белый свет, максимально приближенный к дневным лучам. Такая световая температура «принадлежит» в основном газоразрядным лампам и улучшенным галогеновым лампам. Такой источник света максимально эффективен в темное время суток.

– 6000 К – это бело-голубой свет, который больше предпочитают использовать для автомобилей, чтобы подчеркнуть красоту оптики, так как голубой оттенок придает красивый эффект оптике.

Такой свет эффективен в ночное время суток, а так как присутствует голубоватый цвет, он уже не настолько яркий, чтобы его использовали для мокрой дороги.



– Также существуют лампы с цветностью от 8000 до 300000 К. Использование таких ламп на транспортном средстве запрещено из-за ряда факторов.

На рис. 1 показан наглядный пример освещения дороги каждого типа ламп.

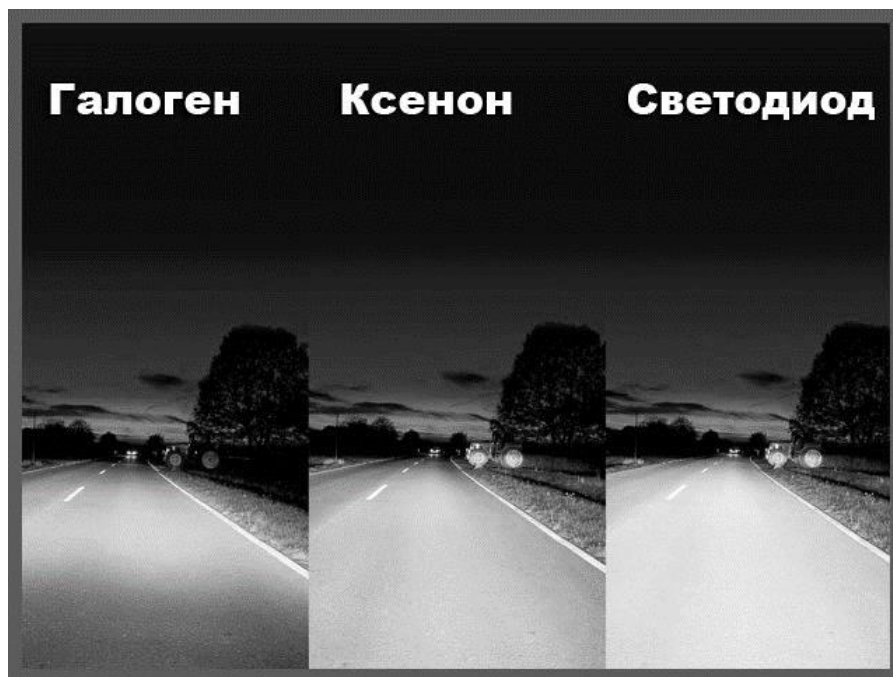


Рис. 1. Дальность освещения различных автомобильных ламп

Невооруженным глазом видно, что светодиодная лампа светит ярче всех.

Разобравшись, что хорошего и плохого в каждой из представленных ламп, разберемся в следующем. Как улучшить свет своего авто, не нарушая закон и не доставляя дискомфорта автомобилям, движущимся навстречу?

Рассмотрим на примере светодиодную линзу. Что она из себя представляет? Сама линза, в которой уже установлен светодиод и стабилизатор напряжения (рис. 2).



Рис. 2. Светодиодные линзы

Заменив в фаре заводской галоген с отражателем на такой светодиодный модуль можно получить огромную разницу в качестве света и улучшить освещение на своем автомобиле. Благодаря ровной СТГ (светотеневой границе) езда с улучшенными фарами станет комфортней, главное при таком «апгрейде» фар – правильно настроить свет. Использование светодиодных BI-LED линз в фарах автомобиля увеличивает период их эксплуатации, длительную и бесперебойную работу. Данные светодиодные линзы выдают чистый и мощный свет с четкой светотеневой границей, а также обеспечивают комфортную эксплуатацию автомобиля в разное время суток и разных погодных условиях. За счет белого приятного цвета, выдаваемого данными линзами, отсутствует эффект утомляемости глаз водителя и обеспечивается комфорт водителей встречного движения.

Перечислив все положительные стороны светодиодных линз, следует разрешить устанавливать данные линзы в автомобильные фары, заменяя ими обычные галогеновые, т.к. известно, что при эксплуатации автомобиля фары являются одним из самых важных факторов, отвечающих за безопасность и комфорт всех участников дорожного движения.

#### *Библиографический список*

1. Туревский И. С., Соколов В. Б., Калинин Ю. Н. Электрооборудование автомобилей: учеб. пособие. – М. : ИНФА, 2009. – С. 246–252.
2. Акимов С. В., Чижков Ю. П. Электрооборудование автомобилей. – М., 2004. – С. 186–202.
3. Свободная энциклопедия «Википедия». – URL: <http://www.ru.wikipedia.org> (дата обращения: 16.10.2020).

УДК 378.1:504

Д. О. Чернышев, Т. А. Старцева, М. А. Крюкова, А. П. Пупышев  
(D. O. Chernyshev, T. A. Startseva, M. A. Kryukova, A. P. Pupyshev)  
УГЛТУ, Екатеринбург  
(USFEU, Yekaterinburg)

#### **«ЗЕЛЕННЫЕ» ТЕХНОЛОГИИ В СФЕРЕ АВТОМОБИЛЬНОГО ТРАНСПОРТА («GREEN» TECHNOLOGIES IN AUTOMOBILE TRANSPORT)**

*Рассмотрена проблема негативного влияния транспорта на окружающую среду. В статье приведены «зеленые» технологии автомобилестроения по созданию транспортных средств, снижающих выброс вредных веществ в атмосферу. Рассмотрены перспективные направления по*

*разработке автомобилей с водородным двигателем, электромобилей с аккумуляторной батареей и гибридов.*

*The article considers the problem of transport negative influence on the environment. «Green» technologies in automobile industry are presented that allow creating vehicles with low emissions into the atmosphere. Such perspective directions in transport developing as electric vehicles with a battery, the ones with hydrogen-powered engine and hybrids were considered.*

В нашем мире значение транспорта невозможно переоценить. Транспорт имеет важную роль с давних времен и на протяжении своего существования совершенствуется и улучшается.

В двадцатом веке научно-технический прогресс с урбанизацией и приростом населения вывели развитие транспортных средств на новый уровень. Но с движением прогресса образовался ряд проблем, вызванных развитием транспортных технологий, главной из которых стало негативное влияние транспорта на окружающую среду, что и привело к ухудшению экологической обстановки на планете. Доля загрязняющих веществ, выбрасываемых в атмосферу автомобилями, достигает 65–70 %, что приносит серьезный вред здоровью людей. Ежегодное количество выбросов возрастает на 3 %, что вызывает серьезные опасения. За год выбрасывается около 800 кг угарного газа, 180–200 кг углеродов, 35–40 кг оксидов азота и различные канцерогенные соединения. Общее количество всех вредных и опасных веществ, выделяемых в процессе эксплуатации автомобильного транспорта, показывает пугающие цифры – около 20 млн т.

Появление нормативных документов стандартов «Евро» (1992 г.), ограничивающих концентрацию вредных веществ в отработанных газах, позволило снизить их количество в 2 раза, но не разрешить до конца данную проблему, т.к. постоянно увеличивающийся рост количества автомобилей на дорогах не позволил получить ожидаемого эффекта [1]. Сама добыча и переработка исходного сырья, используемая для производства горючего, бензина и дизельного топлива, также наносит большой ущерб природе.

В результате чего экологические вопросы по использованию транспортных средств вышли на первый план, и в первую очередь они связаны со стадией проектирования автомобилей. Усовершенствование конструкций выпускаемых транспортных средств и замена источника энергии позволит со временем улучшить экологическую обстановку в мире [2].

В автомобилестроении в настоящее время перспективным является направление, связанное с использованием «зеленых» технологий. Разработка автомобилей с водородным двигателем, работающих на топливных элементах, имеет свои преимущества. Во-первых, топливные элементы не выделяют вредных выбросов в атмосферу; во-вторых, водородные двигатели практически бесшумны; в-третьих, водород даёт в 3 раза больше

энергии, чем бензин (высокий крутящий момент при начале движения); в-четвертых, моментальная заправка автомобиля (3 мин), а это огромный потенциал и возможные прибыли; в-пятых, водород – это неиссякаемый источник энергии по сравнению с другим ископаемым топливом (1 % от массы земли), при сгорании превращается в воду и намного безопаснее бензина (в 15 раз меньше воспламеняется). Транспортное средство, работающее на водородном топливе, имеет хороший запас хода (400–1000 км), топливные ячейки экономически выгоднее и эффективнее бензина. Автомобиль, работающий на водороде не загрязняет окружающую среду и не оставляет «углеродного следа» [3]. Например, «Toyota Mirai» за 100 км пробега выделяет 5 л воды и больше никаких выбросов в атмосферу (рис. 1).

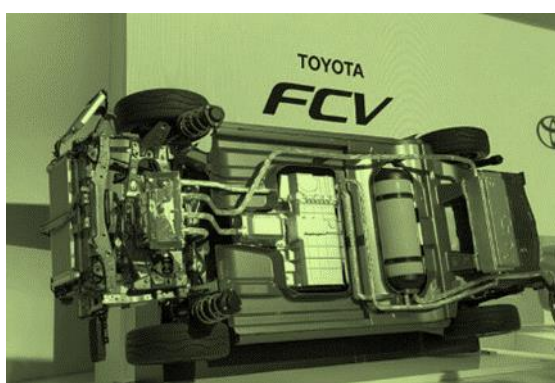


Рис. 1. Водородный двигатель автомобиля Toyota Mirai

Принцип работы топливного элемента следующий – автомобиль заправляется водородом, который смешивается с платиновым катализатором и кислородом в электрохимической системе. В результате этой реакции вырабатывается электрический ток, который питает двигатель и аккумуляторную батарею. В результате реакции образуется вода или пар (рис. 2).

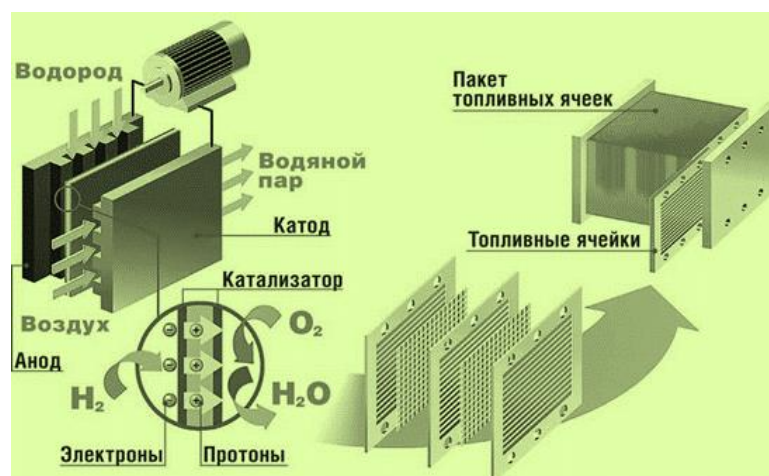


Рис. 2. Принцип работы топливного элемента автомобиля с водородным двигателем

Разработчики автомобилей, заранее предусмотрев и просчитав возможные аварийные ситуации на дорогах с данными авто, сконструировали очень прочные баки, способные выдержать выстрел из крупнокалиберного пистолета и уберечь авто от возгорания. В настоящее время в мире пока очень мало заправочных водородных станций, по статистическим данным в 2018 г. их насчитывалось всего лишь около 300 штук, половина которых находится в Северной Америке, а другие – в Японии, Германии и Китае.

Постоянно продолжающиеся исследования в области создания эко-транспорта XXI в. способствовали выпуску автомобилей с аккумуляторной батареей (электромобилей) и гибридов. Электромобиль отличается от привычного транспорта с ДВС тем, что передвигается благодаря работе электродвигателя, который получает энергию от аккумулятора. Основные элементы электромобиля те же, что и у обыкновенного автомобиля с ДВС – силовая установка, электрооборудование и кузов, отсутствует топливная система [4]. Составляющие электромобиля представлены на рис. 3.

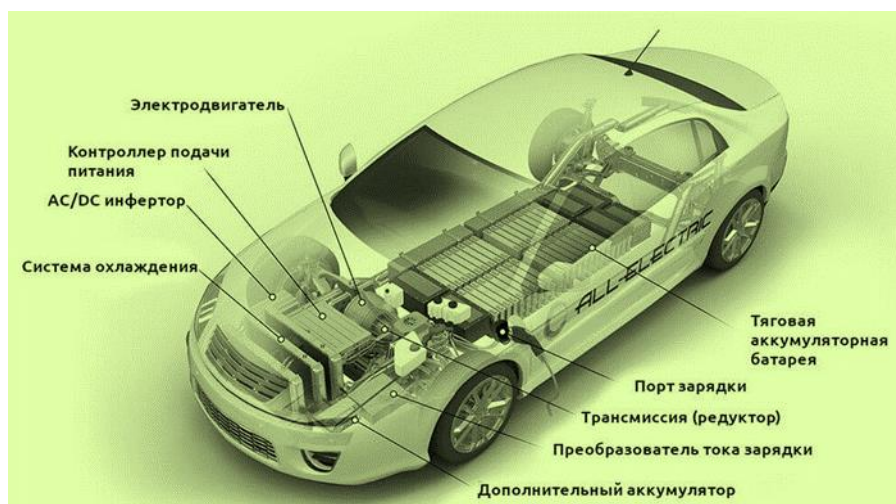


Рис. 3. Электромобиль и его составляющие

В электродвигателе отсутствуют поршни, камеры сгорания, коленчатый вал, системы зажигания, подачи топлива и масла водяного охлаждения. Остались только подшипники, на которых вращается ротор, и простой одноступенчатый редуктор. КПД повышается, так как механическая энергия не расходуется на трение и есть возможность рекуперации (возврат электроэнергии в аккумулятор при движении «под горку»). Крутящий момент электродвигателя регулируется в гораздо более широких пределах, что заметно улучшает динамику электрокара.

Электричество для подзарядки электромобиля вырабатывают электростанции, которые для этого также сжигают топливо. С одной стороны, хорошо, что нет выбросов в атмосферу как от транспорта с ДВС, а с дру-

гой стороны, просто происходит локализация мест выброса вредных веществ. Выбросы электромобиля меньше, но все же не равны нулю.

Недостатками данного автомобиля являются ограниченный запас хода (около 200 км) и замена вышедших из строя аккумуляторных батарей, в частности вопрос по их утилизации, который также требует принятия незамедлительных решений в области экологической безопасности.

Автомобиль «гибрид» – технологичный прогрессивный автомобиль, совмещает в себе два или более видов силовых агрегатов, является компромиссом среди автолюбителей между традиционным транспортным средством с ДВС и электромобилем. Гибрид использует для привода ведущих колес как энергию ДВС, так и энергию, накопленную в электрохимических, электростатических или механических устройствах, где оба двигателя работают друг на друга – ДВС вращает генератор и питает энергией электромотор, а другой – позволяет ДВС работать без резких разгонных нагрузок в наиболее благоприятных режимах. Все современные гибриды также имеют систему рекуперации – при торможении или при движении машины накатом электродвигатели начинают вращаться от колес и вступать в работу как генераторы, заряжая батарею, что в свою очередь способствует меньшему износу и заметно улучшает показатели экологичности и экономичности при движении в городском цикле. Гибридные автомобили сложнее и дороже традиционных автомобилей, а аккумуляторные батареи имеют небольшой диапазон рабочих температур, подвержены саморазряду и срок службы их ограничен несколькими годами. Проблема утилизации отработанных батарей аналогична электромобилям. Многие специалисты ставят под сомнение показатели высокой экологичности и экономичности гибридов.

Как видно, на сегодняшний день наблюдается переломный момент в технологиях автомобилестроения. Использование инновационных «зеленых» технологий поможет в ближайшем будущем создать экологичные и энергоэффективные транспортные средства, использующие альтернативные источники энергии, способные разрешить возникшие экологические проблемы, а также разработать меры, направленные на устранение негативных последствий.

#### *Библиографический список*

1. Гармонизированные стандарты (согласованные европейские стандарты, европейские нормы) Harmonised Standards. – URL: [www.icqc.eu.ru/certifikacija-ce/evropejskij-standart](http://www.icqc.eu.ru/certifikacija-ce/evropejskij-standart) (дата обращения: 17.10.2020).
2. Экологические виды транспорта. Экологический транспорт в России. – URL: <https://rialfors.ru/stati/ekologicheskie-vidy-transporta> (дата обращения: 17.10.2020).



3. Водородные автомобили. – URL: <https://motorist.guru/modeli/vodorodnyj-avtomobil.html> (дата обращения: 17.10.2020).

4. Чернышев Д. О. Экологические проблемы автомобильной отрасли // 90-летний опыт и перспективы подготовки многопрофильных инженерных кадров УГЛТУ. Вклад в глобальную экологию: мат. Рос. науч.-метод. конф. с международным участием. – Екатеринбург : УГЛТУ, 2020. – С. 18–21.

УДК 625.855

С. А. Чудинов, М. А. Ивонин, Д. А. Байц  
(S. A. Chudinov, M. A. Ivonin, D. A. Bajc)  
УГЛТУ, Екатеринбург  
(USFEU, Yekaterinburg)

# **ТЕХНОЛОГИЯ УСТРОЙСТВА СЛОЕВ ПОКРЫТИЙ И ОСНОВАНИЙ ДОРОЖНЫХ ОДЕЖД ИЗ ЗОЛОМИНЕРАЛЬНОЙ СМЕСИ** (TECHNOLOGY OF ROAD LAYERS COVERING AND BASE COURSES FROM ASH-MINERAL MIXTURE)

*В данной статье рассмотрена технологическая последовательность устройства слоев покрытий и оснований дорожных одежд из золоминеральной смеси на основе золы-уноса Рефтинской ГРЭС. Представлен комплект нормативно-технической и сметной документации для применения технологии в производственной деятельности.*

*This article discusses the technological sequence of the road layers covering and base courses made from ash-mineral mixture exemplified by pulverized fuel ash from Reftinskaya HEPP. A set of normative, technical and budget documentation for the application of technology in production activities is presented.*

Золо-уноса ГРЭС являются перспективным техногенным материалом, который используется в различных технологиях строительства. Применение зол-уноса ГРЭС совместно с минеральными вяжущими материалами позволяет повысить качество изготавливаемых конструкций и снизить их стоимость [1].

Одним из направлений использования золы-уноса крупнейшей в Свердловской области Рефтинской ГРЭС является производство золоминеральных смесей, которые используются для устройства слоев покрытий и оснований дорожных одежд автомобильных дорог [2].

Золоминеральная смесь на основе золы-уноса Рефтинской ГРЭС (далее – золоминеральная смесь): искусственный материал, получаемый смешением в карьерных смесительных установках, либо методом смешения на

автомобильной дороге песчано-щебеночных, песчано-гравийных, песчано-щебеночно-гравийных смесей с портландцементом или другим неорганическим вяжущим, сухой золой уноса Рефтинской ГРЭС и водой и отвечающий в проектные или промежуточные сроки нормируемым показателям качества по прочности и морозостойкости. Ориентировочный расход портландцемента и золы-сноса в зависимости от марки по прочности материала представлен в табл. 1.

Таблица 1

Ориентировочный расход вяжущего вещества и золы-уноса  
в зависимости от марки по прочности

Марка по прочности	Ориентировочный расход, в % по массе смеси	
	Зола-уноса	Портландцемент
М 20	7–11	3,6–4,8
М 40	11–15	4,8–7,2
М 60	15–19	6–7,2
М 75	19–23	7,2–8,4
М 100	20–24	8,4–9,6

За счет наличия в составе золоминеральной смеси сухой золы-уноса Рефтинской ГРЭС данный материал обладает повышенными прочностными, деморфационными показателями, морозостойкостью и долговечностью в конструкциях дорожных одежд [3].

Для применения золоминеральной смеси на основе золы-сноса Рефтинской ГРЭС при проектировании и строительстве автомобильных дорог разработан комплект основной нормативно-технической документации.

1. Стандарт организации СТО 00105638-002-2020 Золоминеральная смесь для дорожного строительства. Технические условия.

2. Альбом типовых проектных решений на применение золоминеральной смеси в технологиях дорожного строительства.

3. Типовой технологический регламент на устройство конструктивных слоев дорожной одежды из золоминеральной смеси.

4. Технико-экономическое обоснование (расчет ожидаемой экономической эффективности) применения золоминеральной смеси на основе золы-уноса Рефтинской ГРЭС в технологиях дорожного строительства.

5. Обоснование применения государственных элементных сметных норм (ГЭСН) и единичных расценок на устройство конструктивных слоев дорожной одежды из золоминеральной смеси на основе золы-уноса Рефтинской ГРЭС.



На основании расчета ожидаемой экономической эффективности применение золоминеральной смеси для устройства основания дорожной одежды обеспечивает экономический эффект в размере 3,403 млн руб. с одного километра автомобильной дороги IV категории. Применение золоминеральной смеси для устройства оснований автомобильных дорог позволяет сократить прямые затраты на устройство дорожной одежды на 19,8 %.

Производство работ по устройству покрытий и оснований дорожных одежд из золоминеральной смеси возможно проводить двумя способами:

- приготовлением золоминеральной смеси непосредственно на дороге;
- строительство конструктивных слоев из готовой золоминеральной смеси, приготовленной в смесительной установке.

Описание рабочих процессов устройства оснований и покрытий дорожных одежд из золоминеральной смеси в порядке их технологической последовательности методом смешения на дороге приведено в табл. 2.

Таблица 2

Описание рабочих процессов в порядке их технологической последовательности при устройстве оснований и покрытий дорожных одежд из золоминеральной смеси методом смешения на дороге

№ процессов	№ захваток	Описание рабочих процессов в порядке их технологической последовательности
1	I	Профилирование рабочего слоя земляного полотна автогрейдером
2	II	Уплотнение рабочего слоя земляного полотна самоходным катком
3	III	Транспортировка щебеночно-песчаной смеси автосамосвалами
4	III	Распределение щебеночно-песчаной смеси автогрейдером
5	IV	Транспортировка портландцемента автоцементовозами
6	IV	Распределение портландцемента с использованием распределителя сухих смесей
7	V	Транспортировка золы-уноса Рефтинской ГРЭС автоцементовозами
8	V	Распределение золы-уноса Рефтинской ГРЭС с использованием распределителя сухих смесей
9	VI	Перемешивание золоминеральной смеси с увлажнением до оптимальной влажности ресайклером
10	VII	Разравнивание и профилирование слоя золоминеральной смеси
11	VIII	Уплотнение слоя золоминеральной смеси самоходным катком
12	IX	Распределение битумной эмульсии по слою золоминеральной смеси

Описание рабочих процессов в порядке их технологической последовательности при устройстве оснований и покрытий дорожных одежд из золоминеральной смеси, приготовленной в смесительной установке, приведено в табл. 3.

Таблица 3

Описание рабочих процессов в порядке их технологической последовательности при устройстве оснований и покрытий дорожных одежд из золоминеральной смеси, приготовленной в смесительной установке

№ про- про- цессов	№ за- хваток	Описание рабочих процессов в порядке их технологической последовательности
1	I	Профилирование рабочего слоя земляного полотна автогрейдером
2	II	Уплотнение рабочего слоя земляного полотна самоходным катком
3	III	Транспортировка золоминеральной смеси автосамосвалами
4	III	Распределение золоминеральной смеси автогрейдером
5	III	Разравнивание и профилирование слоя золоминеральной смеси
6	IV	Уплотнение слоя золоминеральной смеси самоходным катком
7	V	Распределение битумной эмульсии по слою золоминеральной смеси

Таким образом, технология устройства слоев покрытий и оснований дорожных одежд из золоминеральной смеси на основе золы-уноса Рефтинской ГРЭС обеспечена полным комплектом нормативно-технической, типовой проектной, типовой технологической и сметной документации и рекомендуется для широкомасштабного применения в дорожном строительстве.

### Библиографический список

1. Хохлов А. И., Чудинов С. А. Применение золы уноса Рефтинской ГРЭС в технологиях дорожного строительства // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России: матер. XV Всерос. науч.-техн. конф. – Екатеринбург : Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2019. – С. 223–225.
2. Хохлов А. И., Чудинов С.А., Факова Е.Ф. Технология утилизации золы уноса ГРЭС в дорожном строительстве // Фундаментальные и прикладные исследования молодых ученых: сб. мат. III Межд. науч.-практ. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых 07–08 февраля 2019 г. – Омск : СибАДИ 2019. – С. 241–244
3. Опытное применение зол уноса ТЭС в дорожном строительстве / Р. Д. Черняк, В. Н. Дмитриев, С. А. Чудинов [и др.] // Научные основы и практика переработки руд и техногенного сырья: мат. XXV Межд. науч.-техн. конф., 07–10 апреля 2020 г., проводимой в рамках XVIII Уральской горнопромышленной декады 01–11 апреля 2020 г., Екатеринбург : Издательство «Форт Диалог-Исеть», 2020. – С. 266–269.

УДК 625.855

С. А. Чудинов, Д. М. Маринских  
(S. A. Chudinov, D. M. Marinskih)  
УГЛТУ, Екатеринбург  
(USFEU, Yekaterinburg)

**ПРИМЕНЕНИЕ МИНЕРАЛЬНОГО ПОРОШКА  
НА ОСНОВЕ ЗОЛЫ-УНОСА  
В СОСТАВЕ АСФАЛЬТОБЕТОННЫХ СМЕСЕЙ  
(APPLICATION OF PULVERIZED FUEL ASH MINERAL  
POWDER IN ASPHALT CONCRETE MIXTURES)**

*В данной статье рассмотрена технология применения сухой золы-уноса Рефтинской ГРЭС для приготовления асфальтобетонных смесей. Представлены физико-механические свойства минерального порошка и комплект нормативно-технической и сметной документации для применения материала в производственной деятельности.*

*This article discusses the technology of using dry pulverized fuel ash from Reftinskaya HEPP for the preparation of asphalt concrete mixtures. Physical and mechanical properties of the mineral powder, and a set of normative, technical and budget documentation for the use of the material in production are presented.*

Золы-уноса ГРЭС применяются в различных технологиях дорожного строительства, в том числе в качестве минерального порошка в составе асфальтобетонных смесей [1]. Минеральный порошок на основе золы-уноса Рефтинской ГРЭС – отход промышленного производства Рефтинской ГРЭС, не требующий измельчения, полученный на основе золы-уноса Рефтинской ГРЭС для использования в составе асфальтобетонных смесей.

Для изучения возможности применения сухой золы-уноса Рефтинской ГРЭС в Свердловской области были проведены соответствующие лабораторные исследования [2]. На основании полученных данных (табл. 1) можно сделать вывод, что минеральный порошок из отходов производства сухой золы-уноса Рефтинской ГРЭС по физико-механическим показателям соответствует ГОСТ 52129-2003, предъявляемым к МП-2 за исключением незначительного отклонения по пористости и по содержанию  $Al_2O_3+Fe_2O_3$ .

Таким образом, минеральный порошок на основе золы-уноса Рефтинской ГРЭС (далее – минеральный порошок) возможно применять в составе асфальтобетонных смесей по ГОСТ 9128-2013 марок II и III. Минеральный порошок может быть активирован высокомолекулярными органическими соединениями в количестве не более 0,5 % от общей массы с целью снижения слеживаемости при хранении и увеличении текучести при транспортировке и дозировании в асфальтосмесительных установках.

Таблица 1

**Физико-механические свойства минерального порошка МП-2  
(сухая зола-уноса Рефтинской ГРЭС)**

№ п/п	Наименование показателей	ГОСТ на методы испытаний	Результаты испытаний	Требования ГОСТ Р 52129-2003
1	Зерновой состав, % по массе: Мельче 1,25 мм Мельче 0,63 мм Мельче 0,071 мм	52129-2003	100 99,76 66,36	не менее 95 от 80 до 95 не менее 60
2	Пористость, % по объему		40,46	не более 40
3	Средняя плотность, г/см <sup>3</sup>		1,28	не нормируется
4	Истинная плотность, г/см <sup>3</sup>		2,15	не нормируется
5	Набухание образцов из смеси порошка с битумом, % по объему		1,5	не более 3,0
6	Влажность, % по массе		0,2	не более 2,5
7	Показатель битумоемкости, г		72,01	не более 80
8	Водостойкость образцов из смеси порошка с битумом		0,81	не менее 0,7
9	Потери при прокаливании, %		2,39	не более 20
10	Содержание активных СаО+MgO, %		2,98	не более 3
11	Содержание $Al_2O_3+Fe_2O_3$		30,6	не более 1,7

За счет применения минерального порошка асфальтобетонные смеси обладают более высокими прочностными и деформационными характеристиками, асфальтобетонные покрытия имеют повышенные транспортно-эксплуатационные показатели и долговечность [3]. Кроме того, за счет использования техногенного отхода сухой золы-уноса Рефтинской ГРЭС в составе минерального порошка снижается общая стоимость приготовления асфальтобетонных смесей и экологическое воздействие на окружающую среду.

Для применения минерального порошка при проектировании и строительстве автомобильных дорог разработан комплект основной нормативно-технической, типовой проектной и типовой технологической документации.

1. Стандарт организации СТО 00105638-002-2020 Минеральный порошок на основе золы-уноса Рефтинской ГРЭС для асфальтобетонных смесей. Технические условия.

2. Альбом типовых проектных решений на применение золоминеральных смеси на основе золы-уноса Рефтинской ГРЭС в технологиях дорожного строительства.

3. Типовой технологический регламент на устройство конструктивных слоев дорожной одежды из золоминеральной смеси на основе золы-уноса Рефтинской ГРЭС.

4. Техничко-экономическое обоснование (расчет ожидаемой экономической эффективности) применения золоминеральной смеси на основе золы-уноса Рефтинской ГРЭС в технологиях дорожного строительства.

5. Обоснование применения государственных элементных сметных норм (ГЭСН) и единичных расценок на устройство покрытий из асфальтобетонных смесей с минеральным порошком на основе золы-уноса Рефтинской ГРЭС.

На основании расчета ожидаемой экономической эффективности, применение минерального порошка в асфальтобетоне для устройства покрытия дорожной одежды автомобильной дороги обеспечивает экономический эффект в размере 394 275 руб. с одного километра автомобильной дороги III категории с принятым типом покрытия дорожной одежды.

Минеральный порошок на основе золы-уноса Рефтинской ГРЭС обеспечен полным комплектом нормативно-технической, типовой проектной, типовой технологической и сметной документации, успешно апробирован при устройстве опытных участков автомобильных дорог и рекомендуется для широкомасштабного применения в дорожном строительстве.

### *Библиографический список*

1. Хохлов А. И., Чудинов С. А. Применение золы уноса Рефтинской ГРЭС в технологиях дорожного строительства // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России: мат. XV Всерос. науч.-техн. конф. – Екатеринбург : Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2019. – С. 223–225.

2. Чудинов С. А., Хохлов А. И., Факова Е. Ф. Применение золы уноса ГРЭС для производства асфальтобетонных смесей // Лесная наука в реализации концепции уральской инженерной школы: социально-экономические и экологические проблемы лесного сектора экономики: мат. XII Межд. науч.-техн. конф. – Екатеринбург : Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2017. – С. 139–141.

3. Опытное применение зол уноса ТЭС в дорожном строительстве / Р. Д. Черняк, В. Н. Дмитриев, С. А. Чудинов [и др.] // Научные основы и практика переработки руд и техногенного сырья: мат. XXV Межд. науч.-техн. конф., 07–10 апреля 2020 г., проводимой в рамках XVIII Уральской горнопромышленной декады 01–11 апреля 2020 г. – Екатеринбург : Издательство «Форт Диалог-Исеть», 2020. – С. 266–269.

УДК 625.852

С. А. Чудинов, С. И. Тамбовцева  
(S. A. Chudinov, S. I. Tambovtseva)  
УГЛТУ, Екатеринбург  
(USFEU, Yekaterinburg)

**ОПЫТ ПРОИЗВОДСТВА ГОРЯЧИХ АСФАЛЬТОБЕТОННЫХ  
СМЕСЕЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АСФАЛЬТОГРАНУЛЯТА  
(TRADITION IN PRODUCING HOT ASPHALT CONCRETE MIXTURES  
USING GRANULAR ASPHALT)**

*Рассмотрены особенности приготовления асфальтобетонных смесей с добавкой асфальтогранулята при использовании на объектах капитального ремонта автомобильных дорог регионального значения Свердловской области. Представлены результаты подбора состава асфальтобетонной смеси с добавкой асфальтогранулята.*

*The article considers peculiarities of manufacturing asphalt-concrete mixtures with addition of granular asphalt for complete overhaul of major facilities on the regional roads in the Sverdlovsk region. The selection results of composing the asphalt concrete mixture with granular asphalt are presented.*

Согласно «Основам государственной политики в области экологического развития Российской Федерации на период до 2030 года», утверждёнными Президентом Российской Федерации 28 апреля 2012 года – стратегической целью государственной политики в области экологического развития является решение социально-экономических задач, обеспечивающих экологически ориентированный рост экономики, сохранение благоприятной окружающей среды и обеспечение экологической безопасности. Одной из самых стабильно растущих секторов экономики России является дорожная отрасль и повторное применение материалов при реконструкции, капитальном ремонте и ремонте объектов дорожно-транспортной инфраструктуры, это является актуальным направлением.

При фрезеровании старых асфальтобетонных покрытий образуется асфальтогранулят, который вторично используется в различных технологиях дорожного строительства: отсыпка верхнего слоя обочин, устройство слоя покрытия дорожных одежд переходного типа и т. д. [1]. Одним из современных и высокоэффективных направлений использования асфальтогранулята является его добавление при приготовлении асфальтобетонных смесей [2, 3].

В 2013 г. ООО «УралДорТехнологии» первым в Свердловской области запустило в работу завод AMMANN SpeedyBatch 210 (г. Ревда, промплощадка СУМЗ) с возможностью добавления асфальтогранулята при приготовлении асфальтовых смесей.

За 2014–2019 гг. на нескольких объектах капитального ремонта автомобильных дорог регионального значения в качестве опытных участков, по согласованию с заказчиком ГКУ СО «Управление автодорог», в нижних слоях асфальтобетонного покрытия применялась крупнозернистая пористая асфальтобетонная смесь с добавлением асфальтогранулята до 30 %.

Рецепт и расчет необходимого количества материала на 100 т асфальтобетонной смеси представлен в табл. 1 и 2 соответственно.

Таблица 1

Рецепт крупнозернистой пористой асфальтобетонной смеси  
с добавлением асфальтогранулята

Наименование материала	% по массе
Асфальтогранулят	30
Щебень фракции 20-40 мм	5
Щебень фракции 5-20 мм	15
Песок	50
Вязущее	3,8
Всего	103,8

Таблица 2

Расчет необходимого количества материала  
на 100 т асфальтобетонной смеси

Наименование материала	Количество материала, т
Асфальтогранулят	28,90
Щебень фракции 20-40 мм	4,82
Щебень фракции 5-20 мм	14,45
Песок	48,17
Вязущее	3,66
Всего	100,00

Лабораторные исследования как подрядной организации, так и заказчика, подтвердили соответствие уложенного асфальтобетона требованиям нормативной документации.

Однако при производстве и укладке асфальтобетонной смеси с добавкой асфальтогранулята возник ряд проблем, препятствующий широкому распространению технологии на всей территории Свердловской области:

– асфальт на ремонтируемых участках дорог, как правило, уложен более 10 лет назад, требования к качеству вяжущих битумных материалов за этот период изменились и применение в новой смеси асфальтогранулята без дополнительных исследований битумного вяжущего сопряжено с

риском получения смеси, не соответствующей требованиям нормативной документации;

- возникает необходимость дополнительной сортировки отфрезерованного материала для получения требуемой фракции;

- дальность возки асфальтогранулята с объекта его получения на асфальтобетонный завод не должна превышать 25 км, в противном случае теряется экономический эффект от его использования;

- возникает увеличение временных затрат на выпуск регенерированной смеси из-за отсутствия постоянной потребности и отработанного регламента технологии производства.

На основании имеющего опыта производства и устройства асфальтобетонных смесей с добавкой асфальтогранулята успешное решение большинства указанных проблем и разработка технологии добавления асфальтогранулята при приготовлении асфальтовых смесей позволит более рационально использовать природные ресурсы, снизить стоимость асфальтобетонных слоев конструкции дорожной одежды и строительно-монтажных работ в целом по объекту за счет исключения затрат на утилизацию отфрезерованного материала.

#### *Библиографический список*

1. Кочеткова А. В., Чудинов С.А. Применение асфальтогранулята в технологиях дорожного строительства // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России: мат. XIII Всерос. науч.-техн. конф. – Екатеринбург : Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2017. – 612 с. – С. 180–182.

2. Инновационные технологии проектирования и строительства автомобильных дорог: монография / Д. Г. Неволин, В. Н. Дмитриев, Е. В. Кошкарров [и др.]; под ред. Д.Г. Неволина, В.Н. Дмитриева . – Екатеринбург : УрГУПС, 2015. – 192 с.

3. Чупров Е. Е., Чудинов С. А. Технология комбинированной регенерации асфальтобетона // Лесная наука в реализации концепции уральской инженерной школы: социально-экономические и экологические проблемы лесного сектора экономики: мат. XII Межд. науч.-техн. конф. – Екатеринбург : Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2017. – С. 142–144.



УДК 691.542

С. А. Чудинов, Е. Н. Шаламова  
(S. A. Chudinov, E. N. Shalamova)  
УГЛТУ, Екатеринбург  
(USFEU, Yekaterinburg)

**ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ  
ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ УКРЕПЛЕННЫХ ГРУНТОВ  
(TECHNICAL AND ECONOMIC ASSESSMENT  
OF THE REINFORCED SOILS APPLICATION EFFICIENCY)**

*В данной статье представлен расчет ожидаемой экономической эффективности применения грунтов, укрепленных стабилизатором, структурированным «СЦ», в конструкциях дорожных одежд. Использован технико-экономический расчет, направленный на определение экономического эффекта от сокращения прямых затрат на устройство дорожной одежды в районах, отдаленных от мест добычи горных пород, пригодных для производства щебня.*

*This article presents the calculation of the expected economic efficiency of the soils, reinforced with a structured "SC" stabilizer in the construction of pavements. A technical and economic assessment was used to determine the economic effect of reducing direct costs for the road pavement construction in areas remote from the mining sites, suitable for the production of crushed stone.*

Строительство конструктивных слоев дорожных одежд из укрепленных местных грунтов является технологически и экономически эффективной технологией. В зависимости от применяемых добавок для укрепления грунтов показатели экономической эффективности могут достигать значительных величин [1]. Одной из перспективных добавок, используемых для укрепления грунтов, является стабилизатор «СЦ», производимый в Свердловской области.

Оценка технико-экономической эффективности внедрения новой техники и технологий в дорожном хозяйстве предусматривает стадийность последовательной оценки и уточнения технических и экономических показателей дорожных инноваций [2].

Выполненный технико-экономический расчет ожидаемой экономической эффективности позволит оценить предпроектную экономическую эффективность мероприятия на стадии предполагаемого внедрения грунтов, укрепленных стабилизатором, структурированным «СЦ» (далее – стабилизатором «СЦ»), в конструкциях дорожных одежд при ремонте, капитальном ремонте, реконструкции и строительстве автомобильных дорог.

Расчет оценки технико-экономической эффективности новых материалов и технологий, внедряемых в практику дорожного строительства, основан на вычислении размера экономии сметной стоимости, достигаемой при снижении прямых затрат на приобретение строительных материалов для производства работ [3].

Задача расчета – оценка ожидаемой экономической эффективности, приведенная к 1 км автомобильной дороги. Расчет был произведен применительно к оценке ожидаемой экономической эффективности использования грунтов, укрепленных стабилизатором «СЦ» по СТО 77150282-001-2017 «Стабилизатор структурированный «СЦ». Технические условия».

Для предварительной технико-экономической оценки ожидаемой эффективности ( $\mathcal{E}_{\text{ож}}$ ) использован технико-экономический расчет, направленный на определение экономического эффекта от сокращения прямых затрат на устройство дорожной одежды в районах, отдаленных от мест добычи горных пород, пригодных для производства щебня.

Для расчета сокращения вышеупомянутых затрат были рассчитаны затраты на устройство 1000 м<sup>2</sup> дорожной одежды со слоем основания из трудноуплотняемого щебня фракции 40–80 мм с заклинкой фракционированным мелким щебнем (транспортировка до места производства работ на расстояние до 100 км) в качестве базового варианта и те же затраты на устройство 1000 м<sup>2</sup> дорожной одежды со слоем основания из супеси легкой, укрепленной стабилизатором «СЦ» (расход – 60 кг/м<sup>3</sup>), рассчитаны в качестве альтернативного варианта.

Для определения потребности строительства в материалах для устройства дорожной одежды выполнены расчеты конструкций дорожных одежд в соответствии с требованиями ОДН 218.046-01 по вариантам. Ширина проезжей части принята в соответствии с требованиями СП 34.13330.2012.

С учетом того, что модуль упругости слоя основания дорожной одежды из супеси легкой, укрепленной стабилизатором «СЦ», значительно выше модуля упругости слоя из щебня, устроенного по способу заклинки, возможно устройство нижнего слоя основания меньшей толщины из укрепленного грунта.

Стоимость удельных прямых затрат на устройство дорожной одежды по базовому варианту составила  $Z_B = 2\,725,19$  руб./м<sup>2</sup>.

Стоимость удельных прямых затрат на устройство дорожной одежды по альтернативному варианту составила  $Z_A = 2\,273\,963$  руб./м<sup>2</sup>.

Стоимость определена базисно-индексным методом в соответствии с МДС 81-35.2004 с применением федеральной сметно-нормативной базы ФСНБ-2020, утвержденной приказом Минстроя России от 26.12.2019 г. №876/пр. Перевод из базисных в текущие цены на II квартал 2020 г. выполнен с использованием индекса  $K_{\text{СМР}} = 7,93$  (автомобильные дороги,

Свердловская область) по приложению к письму Министра России от 29.06.2020 г. № 24703-ИФ/09.

Полученные результаты примеров расчета использованы для определения ожидаемого экономического эффекта. Расчет выполнен по формуле

$$\mathcal{E}_{о.жс}^{2020} = P(Z_B - Z_A), \quad (1)$$

где  $\mathcal{E}_{о.жс}^{2020}$  – ожидаемый экономический эффект от применения супеси легкой, укрепленной стабилизатором «СЦ» для устройства основания дорожной одежды (приведено на 1 км автомобильной дороги), руб.

$P$  – площадь проезжей части,  $m^2$ ;

$Z_B, Z_A$  – стоимости удельных прямых затрат на устройство дорожных одежд по базовому и альтернативному вариантам, руб./ $m^2$ .

$$\mathcal{E}_{о.жс}^{2020} = 15000 \cdot (2725,19 - 2273,96) = 6768450 \text{ руб.}$$

Для упрощения задачи расчета экономического эффекта от применения супеси песчанистой, укрепленной стабилизатором «СЦ», для устройства основания дорожной одежды при проектировании объектов дорожного хозяйства рассчитан коэффициент ожидаемой экономической эффективности по формуле

$$K_{о.жс} = \frac{Z_B - Z_A}{Z_B} \cdot 100\%, \quad (2)$$

$$K_{о.жс} = \frac{2725,19 - 2273,96}{2725,19} \cdot 100\% = 16,6\%.$$

Таким образом, применение супеси песчанистой, укрепленной стабилизатором «СЦ», для устройства основания дорожной одежды обеспечивает экономический эффект в размере 6,768 млн руб. с одного километра автомобильной дороги III категории и сокращение прямых затрат на устройство дорожной одежды на 16,6 %.

### *Библиографический список*

1. Чудинов С. А. Повышение эффективности укрепления грунтов портландцементом со стабилизирующей добавкой // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 5. – URL: <http://www.science-education.ru/119-14565> (дата обращения: 07.11.2020).

2. Шаламова Е. Н., Чудинов С. А. Внедрение инновационных технологий, конструкций и материалов в дорожном хозяйстве // Фундаментальные и прикладные исследования молодых ученых: сб. мат. III Межд. науч.-

практ. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых 07–08 февраля 2019. – Омск : СибАДИ 2019. – С. 245–248.

3. Инновационные технологии проектирования и строительства автомобильных дорог: монография / Д. Г. Неволин, В. Н. Дмитриев, Е. В. Кошкарров [и др.]; под ред. Д. Г. Неволына, В. Н. Дмитриева. – Екатеринбург : УрГУПС, 2015. – 192 с.

УДК 712.4

С. А. Чусовитин, С. И. Булдаков  
(S. A. Chusovitin, S. I. Buldakov )  
УГЛТУ, Екатеринбург  
(USFEU, Yekaterinburg)

### **ОЗЕЛЕНЕНИЕ ТЕРРИТОРИЙ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ (LANDSCAPING OF INDUSTRIAL PLANT AREAS)**

*Рассмотрены цели, приёмы и функции озеленения промышленных предприятий. Представлены типовые группы озеленения в зависимости от функциональной деятельности предприятий.*

*The goals, techniques and functions of landscaping of industrial plants are considered. Typical groups of landscaping are presented, depending on the functional activity of enterprises.*

При озеленении территорий промышленных предприятий следует учитывать производственные, архитектурные и функциональные особенности объекта.

Озеленение производственных территорий должно обеспечивать оптимальные планировочные и санитарно-гигиенические условия, обеспечивающие функциональные связи между зданиями и сооружениями, отдых работающих, а также формирование архитектурного облика промышленной застройки [1].

Целью озеленения территорий промышленных предприятий – создание комфортной эстетической среды для работников предприятия. Озеленение территории служит естественной защитой от ветра, снега, пыли, задерживает и направляет воздушные токи, улучшает микроклимат территории, снижает шумы, уменьшает вредность выбросов производства, улучшает аэрацию и инсоляцию, является наиболее художественным приёмом внешнего благоустройства территории.

Озеленение на промышленной территории выполняет несколько функций: санитарно-гигиеническую, архитектурно-композиционную,

хозяйственно-эксплуатационную, противопожарную, психофизиологическую и эмоционально-психологическую.

Необходимые предприятию насаждения по объемному признаку, с учетом их функционального назначения, могут быть сведены к следующим группам [2].

1. Древесные насаждения с высокими, раскидистыми и непроницаемыми кронами, расположенные по периметру.

2. Древесные насаждения с кронами средней высоты, правильной формы, размеры и направление тени от которых могут быть учтены в процессе проектирования. Эта группа служит для изоляции одного цеха от другого, обсадки проездов, усиления противопожарной охраны, улавливания более высоко несущейся пыли.

3. Густо посаженный кустарник, высотой до уровня глаз человека 1–1,5 м; он служит основным фильтром нижних слоев заводского воздуха, так как именно эти слои несут наибольшее количество пыли. Кроме того, кустарник является наиболее архитектурным типом живой ограды для разделения отдельных элементов (площадки, проезды, дороги) заводской территории.

4. Насаждения партерного типа, служащие для декоративных целей и для покрытия травяным и цветочным ковром свободных и пылящих площадей.

5. Отдельные экземпляры деревьев и кустарников (солитеры), имеющие декоративное значение.

Для промышленных предприятий, размещенных в климатических районах I–III площадь озеленения не должна превышать 15 % производственной территории, для климатического района IV площадь озеленения допускается увеличивать до 25 % [3].

Приёмы озеленения многообразны и находятся в прямой зависимости от характера технологических процессов, местных природно-климатических условий и градостроительной ситуации.

Для однообъектных предприятий характерен приём периферийного озеленения по периметру площадки с развитием предзаводской территории. Это позволяет ограниченно вписывать предприятие в окружающую среду города, вливаясь в его ландшафтную архитектуру.

Для многообъектных предприятий получил распространение приём децентрализованного размещения композиций зелёных насаждений, которые позволяют создать контрастные акценты, улучшают облик промышленного ансамбля и способствуют достижению архитектурного единства застройки комплекса. Приём контраста особенно благоприятен для предприятий машиностроения, где преобладают крупные одноэтажные здания с однообразными монолитными фасадами.

Предприятия химии, металлургии, нефтехимии и других отраслей промышленности, выделяющие в атмосферу вредные газы и занимающие

большие территории, имеют резко выраженные высотные силуэты сооружений и открытого оборудования, которые просматриваются с больших расстояний. Индустриальный характер застройки этих предприятий гармонично увязывается с зелёным массивом санитарно-защитной зоны, подчёркивая контрастность ландшафта. На этих предприятиях, дополнительно, применяются аэродинамические коридоры, устраиваются цветники с посадкой многолетних и однолетних цветов [4].

Таким образом, озеленение является неотъемлемой частью проектирования, строительства и нормального функционирования производственных площадок и являются одним из самых доступных и эффективных способов улучшения окружающей среды.

### *Библиографический список*

1. СП 403.1325800.2018. Территории производственного назначения. Правила проектирования благоустройства. Официальное издание. – М. : Стандартинформ, 2019.
2. Проблема озеленения промышленного комплекса». – М. : Изд. Всесоюзной академии архитектуры, 1936.
3. ГОСТ 55912-2013. Климатология строительная. Номенклатура показателей наружного воздуха (Переиздание). Официальное издание. – М. : Стандартинформ, 2019.
4. СП 82.13330.2016. Благоустройство территорий. Актуализированная редакция СНиП III-10-75 (с Изменениями № 1, 2). Официальное издание. – М. : Стандартинформ, 2017.

УДК 625.85.2

А. Ю. Шаров  
(A. U. Sharow)  
УГЛТУ, Екатеринбург  
(USFEU, Yekaterinburg)

### **ВОПРОСЫ РЕМОНТА ПОКРЫТИЙ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЙ (QUESTIONS OF THE REPAIR COVERING the CAR ROADS WHEN USE TECHNOLOGY, REDUCING EXPENSESES)**

*Вопросы ремонта покрытий автомобильных дорог стали актуальными еще в середине прошлого века. Особое значение при ремонте покрытий автомобильных дорог имеет сохранение требуемых транспортно-эксплуатационных качеств.*

*The Questions of the repair covering the car roads became actual as far back as medium past age. Special importance at repair covering the car roads has a conservation required transport-working quality.*

Транспортно-эксплуатационное состояние сети автомобильных дорог определяется целым комплексом параметров и характеристик, обеспечивающих ее потребительские свойства. Одним из основных транспортно-эксплуатационных показателей дороги является обеспеченные дорогой расчетных скоростей и, как следствие, ровность покрытия.

Основной причиной колееобразования является перенапряжение монолитных слоев. Для предотвращения возникновения данного дефекта необходимо, чтобы в монолитных слоях дорожной одежды напряжения, возникающие при прогибе под действием повторных кратковременных нагрузок, не вызывали образование трещин в течение заданного срока службы.

Особое значение для сохранения транспортно-эксплуатационных качеств и увеличения межремонтных сроков имеет использование различных геосинтетических материалов в качестве армирующего материала в нежестких дорожных одеждах.

Прочность материала монолитного слоя, армированного геосинтетическим материалом (ГМ), на многократное растяжение при изгибе определяется по зависимости [1]:

$$\sigma_r^{don} = R_N = (1 - a \cdot \ln(\sum N_p \cdot k_1)) \cdot \bar{R}_{изг} \cdot (1 - v_R t) \cdot k_2, \quad (1)$$

где  $a$  – коэффициент усталости (эмпирический коэффициент) подбираемый методами математической статистики;

$\sum N_p$  – суммарное расчетное число приложений расчетной нагрузки за срок службы дорожной одежды;

$k_1$  – коэффициент, учитывающий снижение прочности вследствие усталостных явлений при многократном приложении нагрузки;

$\bar{R}_{изг}$  – расчетное значение предела прочности монолитного слоя (пакета асфальтобетона) при многократном растяжении изгибе, МПа;

$v_R$  – коэффициент вариации прочности асфальтобетона на растяжение при изгибе;

$t$  – коэффициент нормированного отклонения при допустимом уровне надежности;

$k_2$  – коэффициент, учитывающий снижение прочности во времени от воздействия погодно-климатических факторов.

Расчет на прочность материала монолитного слоя на многократное растяжение при изгибе дорожных одежд с армированным асфальтобетонным покрытием проводится с учетом введения коэффициента армирования [1]:

$$\bar{R}_{изг} = R_0 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot (1 - v_R \cdot t) \cdot K_{арм}, \quad (2)$$

где  $R_0$  – нормативное значение предельного сопротивления растяжению (прочность) при изгибе при расчетной низкой весенней температуре при однократном приложении нагрузки [3].

Введение армирующих прослоек в дорожную одежду экономически и технологически обосновано только при капитальном ремонте, в то время как особую актуальность в наше время имеет ремонт и ямочный ремонт покрытий автомобильных дорог и улично-дорожной сети при использовании ресурсосберегающих технологий. Для решения существующей проблемы предлагается применять плиту сборного покрытия из асфальтобетона, армированную не менее чем двумя слоями полимерной арматуры [3].

Промышленное производство и применение при ремонте автомобильных дорог и улично-дорожной сети плиты сборного покрытия из асфальтобетона, армированной не менее чем двумя слоями полимерной арматуры, имеет следующие значительные преимущества в сравнении с традиционными технологиями [4].

1. Позволяет значительно ускорить работы по ремонту автомобильных дорог и улично-дорожной сети за счет возможности круглогодичного проведения работ.

2. Дает возможность круглогодичного промышленного изготовления плит на асфальтобетонных заводах с требуемыми прочностными и транспортно-эксплуатационными характеристиками в соответствии с нормативными документами и хранения с соблюдением требуемых температурно-влажностных условий, что повышают экономическую эффективность предприятий.

3. Использование при проведении работ по изготовлению и применению плит средств механизации и автоматизации повышает производительность труда, качество произведенных изделий и выполненных работ, что обеспечивает снижение затрат.

4. Позволяет наиболее рационально расходовать денежные средства и дает возможность составлять бизнес-план на долгосрочный период.

5. Круглогодичное изготовление и хранение плит на АБЗ дает возможность круглогодичной работы предприятия, что обеспечивает круглогодичную занятость и снижает социальную напряженность.

В заключение можно сделать вывод о том, что применение плиты сборного покрытия из асфальтобетона, армированную не менее чем двумя слоями полимерной арматуры, позволит повысить производительность труда и обеспечить требуемые транспортно-эксплуатационные качества автомобильных дорог и улично-дорожной сети. Повышение производительности труда при ремонте автомобильных дорог и улично-дорожной сети достигается за счет высокого уровня механизации и



возможности автоматизации производства армированных асфальтобетонных плит с использованием ресурсосберегающих технологий.

### *Библиографический список*

1. ОДМ 218.5.001-2009. Методические рекомендации по применению геосеток и плоских георешеток для армирования асфальтобетонных слоев усовершенствованных видов покрытий при капитальном ремонте и ремонте автомобильных дорог. – М. : Росавтодор, 2010. – 104 с.
2. ОДН 218.046-01. Проектирование нежестких дорожных одежд. – Введен 2001-01-01 // Кодекс. Право / ЗАО «Информационная компания «Кодекс». – СПб., 2012.
3. Патент на полезную модель № 78492 Российская Федерация. Плита сборного покрытия / С. И. Булдаков, А. Ю. Шаров, В. Н. Дмитриев; заявитель и патентообладатель ГОУ ВПО «Уральский государственный лесотехнический университет»; заявл. 05.03.08; опубл. 27.11.08, Бюл. № 33. – 2 с.
4. Шаров А. Ю. Применение плиты сборного покрытия из асфальтобетона в дорожном строительстве, задачи и перспективы // Леса России и хозяйство в них. – Екатеринбург : Урал. гос. лесотехн. ун-т. – 2013. – Вып. 2 (45). – С. 37–38.

УДК 625.089.45

А. Ю. Шаров, К. В. Ладейщиков  
(A. U. Sharow, K. V. Ladeyschikov)  
УГЛТУ, Екатеринбург  
(USFEU, Yekaterinburg)

## **СОВРЕМЕННЫЙ ПОДХОД К ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМУ ПРОЦЕССУ РЕКОНСТРУКЦИИ ДОРОГ – ЭФФЕКТИВНЫЙ ОТВЕТ НА ПРОБЛЕМЫ СОВРЕМЕННОСТИ ПРИ РЕШЕНИИ ВОПРОСА ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ (A MODERN APPROACH TO THE TECHNOLOGICAL PROCESS OF ROAD RECONSTRUCTION - EFFECTIVE RESPONSE TO THE CONTEMPORARY PROBLEMS IN SOLVING THE ISSUE OF ROAD CAPACITY)**

*В статье рассматриваются вопросы и способы модернизации автомобильной дороги при проведении частичной реконструкции улично-дорожной сети, без остановки транспортных потоков.*

*The article deals with the issues and ways of the highway modernizing during partial reconstruction of the road network, without stopping traffic flows.*

Реконструкция участка улично-дорожной сети между населёнными пунктами при невозможности организации объездных маршрутов является одним из самых сложных технологических процессов в плане организации строительного производства. Наглядно это можно наблюдать на примере городов-спутников (Екатеринбург–Берёзовский, Екатеринбург–микрорайон Изоплит, Екатеринбург – микрорайон Калиновский), где недопустима остановка транспортных потоков в обоих направлениях.

На участках дорог, которые транзитом проходят по улицам близко расположенных населённых пунктов, наилучшим вариантом видится одностороннее уширение дорожной одежды, применение малогабаритной дорожной техники и поточная организация работ.

Характеристики и параметры автомобильных дорог, в том числе дорог, проходящих по улично-дорожной сети, должны обеспечивать расчётные скорости и пропускную способность в каждом направлении движения, в любое время суток и в любой период года с целью удовлетворения требований потребителей по безопасности и удобству движения.

Перед тем как приступить к проекту реконструкции дороги, необходимо обоснование, выполненное по результатам фактического состояния.

На сегодняшний день существуют много методов и способов оценки состояния дорог.

К ним относятся: метод сравнения технических параметров и характеристик; метод сравнения и по техническим параметрам; метод оценки по транспортно-эксплуатационным показателям; комбинированные методы оценки транспортно-эксплуатационного состояния дорог; метод комплексной оценки качества и состояния дорог по их потребительским свойствам.

У каждого метода есть свои преимущества и недостатки.

Например, чтобы определить степень влияния фактических значений геометрических параметров элементов дороги на потребительские свойства (скорость, пропускная способность, непрерывность, удобство и безопасность движения, и т. д.), используют методику оценки транспортно-эксплуатационного состояния (ТЭС) дороги [1].

Однако данная методика мало пригодна для улично-дорожной сети, так как она подходит для более «убитых» автомобильных дорог с большим количеством обнаруженных в ходе технического обследования, дефектов покрытия и не отвечает **плотности** движения улично-дорожной сети.

Плотность транспортных потоков определяет степень стеснённости движения автомобилей по полосам дороги, в том числе в разных направлениях, на 1 км протяжённости полосы.

Часто бывает, что плотность транспортных потоков не одинакова в разнонаправленных движениях. Особенно это видно в «часы пик» на выездах и въездах в небольшие населённые пункты.

Окончательное обоснование реконструкции дороги приводится в техническом проекте, составленном после всех проектно-изыскательских работ и с использованием данных о состоянии дороги.

Чтобы разгрузить улично-дорожную сеть (снизить плотность движения транспортных потоков), необходимо применять автоматизированные системы управления дорожным движением (автоматизированное управления светофорами, в том числе реверсивными).

Для улично-дорожной сети частично проблему можно решить с помощью введения реверсивного движения транспортных потоков, т. е. направлять движение по определённым полосам в зависимости от времени суток и менять с одного направления на противоположное.

Современная тенденция снижения плотности движения на улично-дорожной сети состоит в необходимости модернизации дорог с обязательным условием их уширения, с целью организации 4-х полос движения транспортных средств, по две полосы в каждом из направлений. На тех участках дорог, где имеется разная интенсивность движения в обоих направлениях движения, это даст возможность обустройства таких дорог реверсивными светофорами с целью выравнивания транспортных потоков в «пиковое время» и соответственно увеличит пропускную способность в целом и это будет современным логическим и логистическим решением.

До начала любой реконструкции дороги должны быть выполнены подготовительные работы.

После разбивки ширины полосы уширения демонтируют существующие бордюры, а при наличии технические тротуары. В целях ресурсосбережения демонтируемые материалы необходимо снимать поэтапно и послойно с вывозом на складскую площадку.

После демонтажа материалов обочин и технических тротуаров (при наличии) в грунте, вдоль кромки дорожной одежды, устраивают корыто для полосы уширения шириной 1,0–1,5 м. Эту траншею глубиной до 0,5–0,8 м прорывают несколькими проходами автогрейдера. Более целесообразно отрывать траншеи автогрейдером с профильной накладкой для автогрейдера (рис. 1) по аналогии с накладкой, предложенной В. М. Гайдовским в конце 20-го века [2]. Накладка состоит из двух частей – собственно накладки и режущей части (ножа). Накладку крепят с правой стороны отвала автогрейдера (рис. 1).

Для траншей разных размеров можно применять накладки разной ширины и устанавливать нож автогрейдера под разными углами в плане. С помощью накладки и профильной режущей части задаётся поперечный уклон земляного полотна и выберется пазух в грунте для создания дренажной сети.

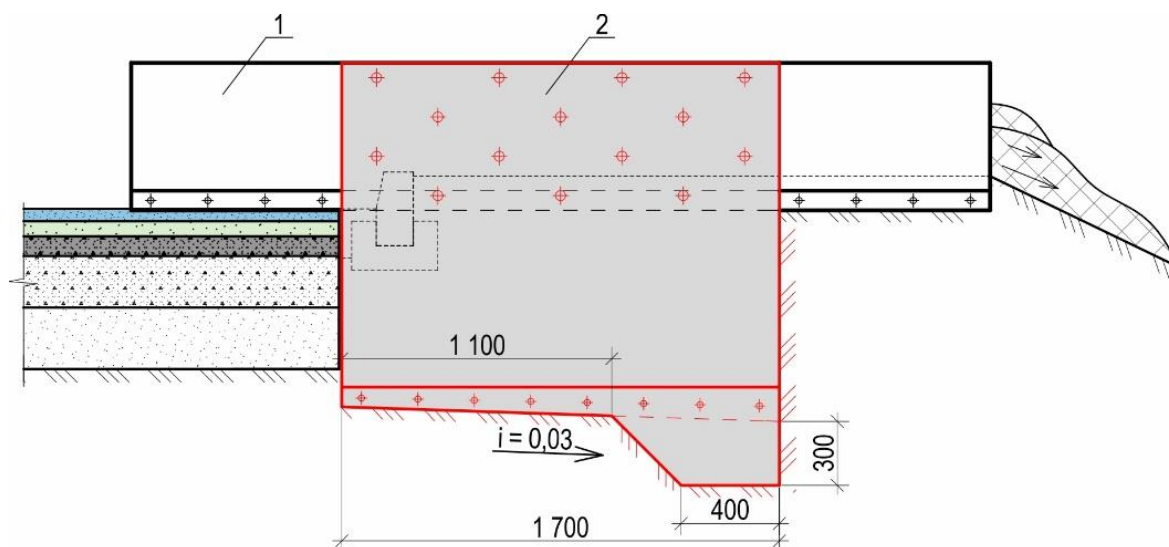


Рис. 1. Схема установки ножа автогрейдера с приставкой для устройства профильной траншеи: 1 – отвал автогрейдера; 2 – профильная накладка

В тех местах, где работа автогрейдера невозможна, необходимо применять экскаваторы. Одно из преимуществ экскаваторов в том, что они могут вынимаемый грунт сразу грузить в самосвалы.

После устройства корыта проверяют её размеры и приступают к заполнению материалами согласно проекту.

После засыпки материала в траншею его разравнивают автогрейдером с использованием накладки с прямым ножом.

Наиболее сложной операцией является послойное уплотнение каждого слоя материала, засыпанного в траншею. Обычные катки имеют ширину вальцов, большую, чем траншея, поэтому уплотнение производят при помощи ручных виброплит, или специальных малогабаритных катков.

Верхний слой нового покрытия должен быть расположен в одном уровне со старым покрытием. Прочность дорожной одежды полосы уширения должна быть равна прочности основной дорожной одежды.

Слабым местом этих конструкций является шов между старой и новой дорожной одеждой.

Для обеспечения прочности полосы уширения и основной дорожной одежды толщину каменных слоёв уширяемой полосы принимают больше, чем в старой дорожной одежде, верхний слой асфальтобетона делают общим и усиливают (рис. 2).

После устройства нижних слоёв уширяемой дорожной одежды фрезеруют существующую дорожную одежду с целью дальнейшего устройства общего верхнего слоя дорожной одежды, т.е. на всю ширину дороги.

Для предотвращения образования отражённых трещин под зоной сопряжения существующей и уширяемой дорожных одежд укладывают ар-

мирующую прослойку из жёстких, обладающих минимальной растяжимостью синтетических материалов (сеток).

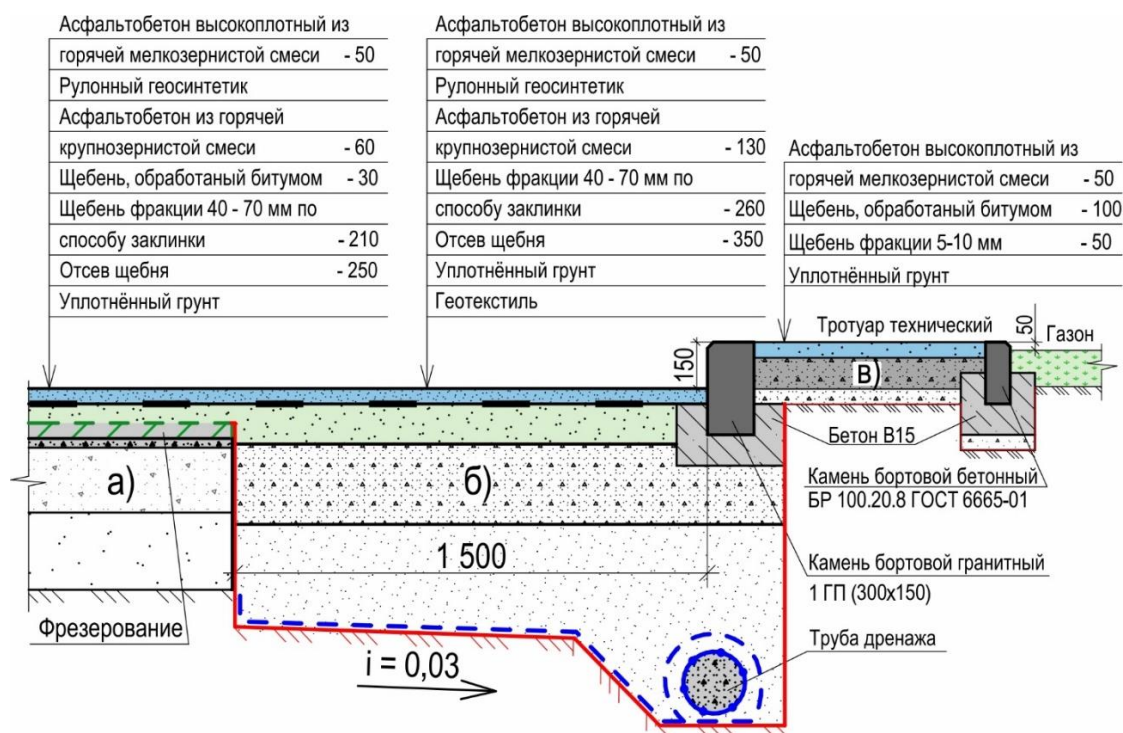


Рис. 2. Поперечный разрез участка уширения дорожной одежды:  
а – существующий участок дороги с новой верхней одеждой;  
б – новая дорожная одежда; в – одежда технического тротуара

Верхний слой асфальтобетона, перекрывающий всю проезжую часть, целесообразно (при необходимости) устраивать из полимерасфальтобетонной смеси.

Также для уширения дорожной одежды на заданную ширину возможно применение плит сборного покрытия из асфальтобетона, армированную не менее чем двумя слоями полимерной арматуры и изготовленную в производственных условиях [3].

В заключение можно сказать, что один из современных и прогрессивных подходов к технологическому процессу реконструкции дорог при решении вопроса их пропускной способности заключается в модернизации дорог с обязательным условием их уширения с целью организации 4-х полос движения транспортных средств, поточным методом организации строительного производства.

### Библиографический список

1. Дидковская Л. М., Булдаков С. И. Реконструкция автомобильных дорог. Предпроектные работы: учеб. пособие. – 2 изд., стереотип. – Екатеринбург : Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2009. – 119 с.

2. Реконструкция автомобильных дорог / Под ред. проф. В. Ф. Бабкова. – М. : Транспорт, 1978.

3. Шаров А. Ю. Вопросы ремонта покрытий автомобильных дорог при использовании ресурсосберегающих технологий. – Екатеринбург : Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2018.

УДК 656.051

А. Ю. Шаров, Н. В. Ладейщиков  
(A. U. Sharow, N. V. Ladeyschikov)  
УГЛТУ, Екатеринбург  
(USFEU, Yekaterinburg)

**ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ ТРАНСПОРТНАЯ  
СИСТЕМА – ЭФФЕКТИВНЫЙ МЕТОД ИНТЕГРАЦИИ  
СОВРЕМЕННЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ  
И ТЕЛЕМАТИЧЕСКИХ ТЕХНОЛОГИЙ В УПРАВЛЕНИИ  
ДОРОЖНЫМ ДВИЖЕНИЕМ И ЭКСПЛУАТАЦИИ ДОРОГ  
(INTELLIGENT TRANSPORTATION SYSTEM-EFFECTIVE METHOD  
OF INTEGRATION OF MODERN INFORMATION  
AND TELEMATIC TECHNOLOGIES IN TRAFFIC  
MANAGEMENT AND ROAD OPERATION)**

*Рассмотрен вариант организации управления дорожным движением автомобильной дороги от улицы Блюхера на участке от г. Екатеринбурга до г. Берёзовского, протяжённостью 4,7 км с учетом автоматизированной системы управления дорожным движением. Инновационные разработки позволят на данном участке увеличить пропускную способность транспортного потока, снизить нагрузку на дорогу, обеспечить удобство и безопасность движения.*

*A variant of the organization of road traffic of an auto-mobile road from Blukhera Street on the section from Yekaterinburg to Berezovsky, 4.7 km long, taking into account an automated traffic control system, is considered. Innovative developments will allow in this section to increase the traffic capacity of the traffic flow, reduce the load on the road, and ensure the convenience and safety of traffic.*

Второй по численности населения город спутник Екатеринбурга – г. Берёзовский, динамично развивается, автомобильные пассажирские и грузовые перевозки по этому направлению также стремительно растут. В Берёзовском проживают порядка 74 тыс. человек, из которых 20–25 тыс. регулярно ездят в г. Екатеринбург на работу или учёбу.

Основная автомобильная дорога, соединяющая эти города, сегодня не справляется с потоком транспорта в обоих направлениях, особенно в «пиковые» часы (утром в направлении Екатеринбурга, а вечером в сторону Берёзовского). Данный участок дороги состоит из улиц Проезжая, Губахинская, Трудовая. Кроме того, только по этому участку дороги можно добраться до посёлков Калиновский и Изоплит, которые являются частью Кировского административного района Екатеринбурга.

Расчётная интенсивность движения по данному участку, исходя из наличия светофоров и количества полос движения, составляет 1200 единиц в час в каждом направлении. Фактическая интенсивность движения составляет 1300 единиц, а в «пиковые» часы и больше. Превышение фактической интенсивности движения над расчётной происходит, в первую очередь, из-за стремительного увеличения потока транспорта, а также из-за неэффективного светофорного регулирования на пересечениях с ул. Норильская, Мурзинская и Фабричная.

На рассматриваемом участке дороги организованы 4 наземных пешеходных перехода и 5 остановочных пунктов общественного транспорта без заездного кармана. Возрастание эмоциональной нагрузки водителей при проезде таких трудных для проезда и опасных мест соответствует местам резкого снижения средней скорости транспортных потоков и, следовательно, уменьшения коэффициента безопасности.

Изменение условий проезда на разных участках дороги или их осложнение в связи с увеличением интенсивности движения и тем более при неправильных действиях других водителей или пешеходов немедленно отражается на нервно-психическом состоянии водителя и степени его эмоциональной напряженности [1].

Увеличение транспортных заторов на дороге, высокая плотность и интенсивность движения транспортных средств практически всегда приводят к ухудшению психофизиологического состояния водителей, их неадекватному поведению на дороге и, как следствие, способствует увеличению количества дорожно-транспортных происшествий [2].

Есть и другая проблема, возникающая из-за возникновения заторов на дорогах, – экологическая безопасность прилегающей территории.

Выхлопные газы от автомобильного транспорта содержат около 200 компонентов химических веществ и элементов. В них содержатся углеводороды – не сгоревшие или не полностью сгоревшие компоненты топлива, доля которых резко возрастает, если двигатель работает на малых оборотах или в момент увеличения скорости на старте, т. е. во время заторов и у красного сигнала светофора. Именно в этот момент, когда нажимают на акселератор, выделяется больше всего несгоревших частиц: примерно в 10 раз больше, чем при работе двигателя в нормальном режиме. В выхлопных газах двигателя, работающего на нормальном бензине и при нормальном режиме, содержится в среднем 2,7 % оксида углерода. При снижении скорости эта доля увеличивается до 3,9 %, а на малом ходу – до 6,9 %.

Как только автомобили собираются на дороге в затор, то уровень вредных веществ (также и внутри кабины) поднимается на 40 % и растёт далее, что оказывает негативное воздействие на здоровье водителя.

Многолетние наблюдения за транспортными потоками по ул. Проезжая показали неравномерную интенсивность в различных направлениях, особенно в часы пик, а также при проведении ремонтных работ на каком-либо участке или при возникновении ДТП.

Для повышения пропускной способности участка дороги от Екатеринбурга до Берёзовского предлагается выполнить уширение данной дороги до 14 м (4 полосы по 3,5 м) с целью организации 2-х реверсивных полос движения для использования их в «пиковое» время. Это особый режим организации движения, при котором транспортные средства в разные периоды времени будут двигаться по специальным реверсивным полосам как в одном направлении, так и в противоположном.

Проблему загруженности ул. Проезжей нельзя решить одним лишь обустройством реверсивных полос. Для эффективного регулирования транспортного потока необходимо внедрение интеллектуальной транспортной системы, которая при помощи автоматизированной системы управления дорожным движением сможет повысить эффективность использования данного участка дороги.

Для управления потоками транспорта необходимо установить реверсивные светофоры на П-образных рамных металлических опорах: со стороны г. Екатеринбург – напротив ул. Проезжая, дом № 30, со стороны г. Берёзовского – напротив ул. Трудовая, дом 20. Кроме того, дополнительно, потребуется установка ещё двух реверсивных светофоров, в местах перестроения с реверсивной полосы на обычную (перед ул. Искровцев и Фабричная).

Несмотря на то, что 70 % автомобильного транспорта движется из Екатеринбурга в Берёзовский, на участке имеются регулируемые (светофор) и нерегулируемые пересечения с другими улицами, а также вдоль данной дороги расположены индивидуальные земельные участки, к каждому из которых организован заезд путём понижения дорожного бордюра.

На перекрёстках ул. Проезжая-ул. Норильская, ул. Губахинская – ул. Мурзинская часто возникают транспортные задержки по основному направлению движения транспортного потока.

Наряду с регулированием общего потока транспорта на регулируемых пересечениях важно в реальном времени ситуацию контролировать и управлять ею.

Управлять движением транспорта можно, установив комплексную систему автоматического управления дорожным движением (АСУДД), в которую входят следующие системы:

- управление светофорами;



- мониторинг потока транспорта (сбор и анализ данных о скорости, интенсивности потока);
- видеонаблюдения (контроль дорожной обстановки посредством камер видеобзора);
- фото- и видеофиксации нарушений правил дорожного движения;
- информирования участников дорожного движения (косвенное управление транспортным потоком посредством предоставления водителям оперативной информации о дорожном движении);

Для организации управления необходимо владеть информацией о реальном состоянии дорожного движения и его параметров. Эти данные необходимы для реализации алгоритмов гибкого регулирования, расчёта или автоматического выбора программы управления дорожным движением. С этой целью на участке дороги по ул. Проезжая – Губахинская – Трудовая необходимо установить датчики интенсивности, так называемые детекторы транспорта. Детектор транспорта (датчик) – техническое средство, предназначенное для обнаружения транспортных средств, регистрации прохождения количества транспортных средств через сечение дороги, определения параметров транспортных потоков и т.д.

В качестве примера разберём датчик интенсивности потока «Аркен» (рис. 1).



Рис. 1. Датчик транспортного потока «Аркен»

Датчик «Аркен» предоставляет данные о транспортном потоке и загруженности трассы. Принцип работы датчика основан на двух параллельных радарах, благодаря этому угол обзора датчика составляет 65 градусов и обзор дороги расширяется до 22 полос [3].

При помощи датчика «Аркен» можно определить:

- общую интенсивность и классификацию транспортных средств (точностью по направлению до 95 %);
- среднюю скорость движения потока, загруженности полосы и интервалов между транспортными средствами.

Выходная информация с устройства поступает в компьютерные системы для сбора, обработки и представления данных (ЦУП – центральный управляющий пункт). Возможность устройства данного пункта на данном участке имеется в существующем строении (бывший пост ГИБДД напротив ул. Проезжей, 108). На основании полученной информации контроллеры управляют работой светофоров. Включается красный/зеленый свет так, чтобы максимально сократить время пребывания автомобилей на перекрестках. Допустим, на одном из направлений наблюдается высокая загруженность, то ему продлевается зелёный свет и выделяется полоса движения из числа реверсивных полос.

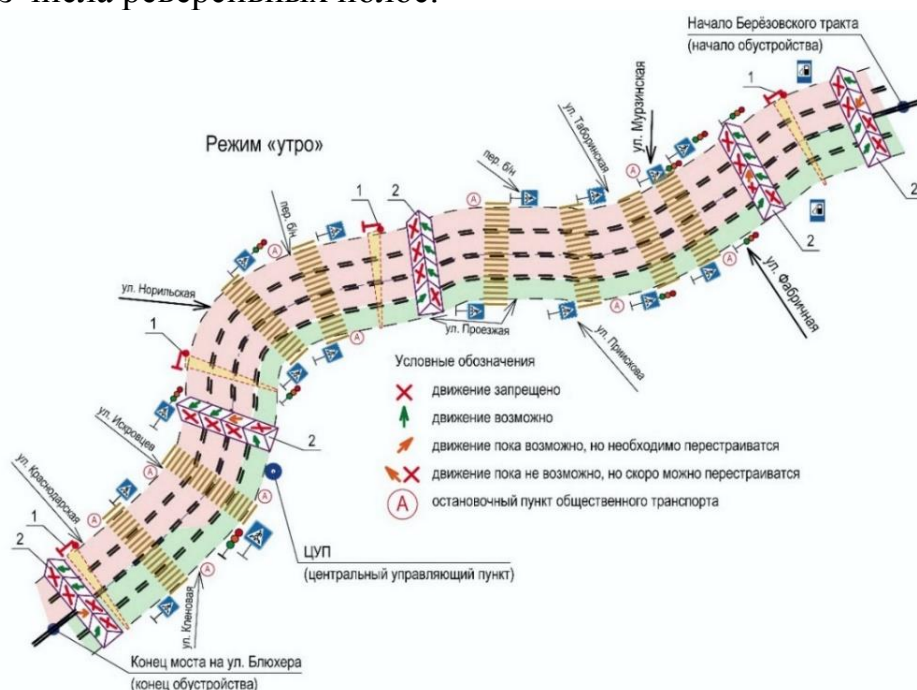


Рис. 2. Схема обустройства автомобильной дороги с реверсивным движением, автоматизированной системой управления:

1 – датчик транспортного потока «Аркен»; 2 – реверсивный светофор

На основании полученной информации контроллеры управляют работой светофоров. Включается красный/зеленый свет так, чтобы максимально сократить время пребывания автомобилей на перекрестках. Допустим, на одном из направлений наблюдается высокая загруженность, то ему продлевается зелёный свет и выделяется полоса движения из числа реверсивных полос.

Внедрение реверсивных полос движения и применение всех инновационных разработок управления дорожным движением на участке дороги Екатеринбург – Берёзовский в совокупности с грамотно применённым системным подходом интеллектуализации управления позволит значительно снизить количество дорожных заторов, и, тем самым повысить пропускную способность этого участка дороги.

*Библиографический список*

1. Шаров А. Ю., Чижов А. А. Дорожные условия и безопасность дорожного движения: учеб. пособие. – Екатеринбург : Урал. гос. лесотехн. ун-т., 2012. – 236 с.
2. Заторовые явления. Возможности предупреждения / Л. Е. Гай, А. И. Шутов, П. А. Воля, С. В. Кущенко // Вестник БГТУ им. В. Г. Шухова. – 2013. – №3. – С. 166–169.
3. Системы дорожного мониторинга. – URL: <https://mm94.ru/catalog/sistemy-dorozhnogo-monitoringa> (дата обращения: 14.09.2020).

УДК 006.74

А. В. Шустов, М. А. Шустов  
(A. V. Shustov, M. A. Shustov)  
УГЛТУ, Екатеринбург  
(USFEU, Yekaterinburg)

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КЛАССИФИКАЦИИ  
ПРОМЫШЛЕННОЙ ПРОДУКЦИИ  
И УСЛУГ В ОБЛАСТИ ТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМ  
(IMPROVING THE CLASSIFICATION OF INDUSTRIAL  
PRODUCTS AND SERVICES IN THE FIELD OF TRANSPORT SYSTEMS)**

*Рассмотрены новая современная классификация и кодирование промышленной продукции и услуг для транспортных систем и комплексов.*

*A new model classification and coding of industrial products and services for transport systems and complexes are considered.*

В реальных условиях мировой рыночной экономики техническое регулирование является в правовой, организационной и технической областях основным механизмом обеспечения безопасности услуг, продукции, работ, технологий и товаров. В рамках технического регулирования подтверждение соответствия в формах декларирования, обязательной или добровольной сертификации и стандартизации, должны обеспечивать согласно технико-экономическим показателям качество промышленной и бытовой продукции. Одними из основных методов стандартизации являются классификация и кодирование промышленной продукции. Это особенно важно в условиях ускоренно развивающейся цифровизации экономики [1, 2], когда решается задача по обработке значимой информации о множестве объектов, различающихся существенными признаками.

Различные классификаторы широко и успешно применялись и в плановой экономике СССР. В рыночной экономике их роль как российских национальных стандартов существенно возросла. Уже в 1994 г. постановлением Госстандарта России был введен в действие Общероссийский классификатор продукции (ОКП) ОК 005-93, который имел шестизначный цифровой код, идентифицирующий классы, подклассы, группы, подгруппы и виды продукции.

С 2008 г. приказом Ростехрегулирования РФ введен в действие Общероссийский классификатор продукции по видам экономической деятельности (ОКПД) ОК 034- 2007. Это было вызвано необходимостью гармонизации с классификацией продукции в Европейском экономическом сообществе. В эти годы Россия наивно рассчитывала на международное сотрудничество на равных условиях и стремилась вступить во Всемирную торговую организацию.

В 2014 г. приказом Росстандарта РФ введен в действие Общероссийский классификатор (ОКПД2) ОК 034-2014, который все-таки гармонизирован со Статистической классификацией продукции ЕЭС 2008 г. Последние изменения в ОКПД2 внесены 1 октября 2020 г. [3], несмотря на жесткие санкции со стороны США и стран ЕЭС и резкий скачок курса доллара. В нем появился 21 раздел (в ОКПД было 17), имеющий буквенные латинские обозначения, которые в кодировании продукции не участвуют. Виды продукции имеют до девяти цифр десятичного кода.

К области автотранспортных систем относятся разделы классификатора С и G [3]. Рассмотрим раздел С – продукция обрабатывающих производств. В разделе С код 29 имеют автотранспортные средства, прицепы и полуприцепы; 29.1 – автотранспортные средства; 29.2 – кузова для автотранспортных средств; 29.3 – части и принадлежности для автотранспортных средств.

Код 29.10.1 относится к различным двигателям, 29.10.2 – легковые автомобили; 29.10.3 – автобусы и троллейбусы; 29.10.4 – грузовые средства; 29.10.5 – средства специального назначения..

Более узкое подмножество видов продукции из множества автотранспортных средств в классификаторе предусматривает 9-значный цифровой код. Так, к примеру, 29.10.21.000 – легковые автомобили с объемом цилиндров не более 1500 кубических сантиметров;

29.10.30.114 – автобусы для перевозки инвалидов. К средствам специальной техники в классификаторе ОКПД2 отнесены: автокраны, снегоходы, квадрациклы, транспортные средства для перевозки строительных материалов (бетоновозы, битумовозы, бетононасосы, лесовозы), средства для коммунального хозяйства, пожарные (включая автолестницы и подъемники), скорой медицинской помощи, оперативно-служебные (для полиции, ФСБ, национальной гвардии), для перевозки пищевой продукции (молоковозы, рефрижераторы), снегоочистители. Так, код 29.10.52.110 – снегоход-

ные транспортные средства; код 29.10.59.230 – транспортные средства для перевозки нефтепродуктов.

В классе С есть и различные услуги, например, 29.20.4 – по сборке, переоборудованию, оснащению автотранспортных средств и кузовным работам. В код 29 попали помимо различных видов транспортных средств и отдельные услуги по производству автотранспортных средств, выполняемые субподрядчиком.

Раздел G включает в себя услуги по ремонту автотранспортных средств и мотоциклов. Код 45.2 – услуги по техническому обслуживанию и ремонту автотранспортных средств, включая ремонт электрооборудования, шин с регулировкой и балансировкой колес, кузовов, перекрашивание, мойка. Так, код 45.20.13.000 – услуги по ремонту шин, код 45.20.30.000 – мойка и полирование. Раздел G включает также услуги по оптовой и розничной торговле автотранспортными средствами и мотоциклами.

### *Библиографический список*

1. Стандартизация в условиях цифровой экономики / Н. К. Казанцева, О. А. Вишневская, В. В. Шимов, Е. С. Синегубова: Тр. XIV Межд. Евразийского симпозиума // Деревообработка технологии, оборудование, менеджмент XXI века. – Екатеринбург, 2019. – С. 16–20.

2. Шустов А. В. Повышение роли стандартизации и подтверждения соответствия в технологии транспортных процессов и транспортно-технологических машин: мат. XI Межд. науч.-практ. конф. // Лесная наука в реализации концепции уральской инженерной школы: социально-экономические и экологические проблемы лесного сектора экономики. – Екатеринбург, 2019. – С. 364–367.

3. Общероссийский классификатор продукции по видам экономической деятельности ОКПД2 (ОК 034–2014). – URL: <http://www.aup.ru> (дата обращения: 27.10.2020).

# **ПЕРЕДОВЫЕ ЦИФРОВЫЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И СИСТЕМЫ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ И ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА**

УДК 004.046

Е. В. Анянова  
(E. V. Anyanova)  
УГЛТУ, Екатеринбург  
USFEU, Yekaterinburg)

## **РАЗРАБОТКА ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ МОДЕЛИ РЕКУЛЬТИВАЦИИ ЗЕМЕЛЬ (DEVELOPMENT OF THE FUNCTIONAL MODEL OF LAND RECOVERY)**

*Разработана функциональная модель IDEF0 восстановления нарушенных земель, которую можно использовать в практической работе исследования. Определены декомпозиции, позволяющие более детально представить процесс исследования. Спроектирована модель IDEF3, описывающая определенную логическую последовательность действий. Данные разработки позволяют определить дальнейшие действия исследователя.*

*A functional model IDEF0 for restoration of disturbed lands has been developed, which can be used in practical research. Decompositions are defined that allow us to present the research process in more detail. The IDEF3 model is designed to describe a certain logical sequence of actions. These developments allow to determine the further actions of the researcher.*

Модели направлены на теоретический и прикладной анализ исследований системных связей, природных закономерностей функционирования объектов, для дальнейших решений для развития последних. Разработанная новая информационная технология направлена на эффективность, наглядность исследования в конкретной области, что освобождает исследователя от повторяющихся действий в проведении информационного анализа, полевых работ.

Совершенствуется информационно-аналитический анализ с помощью техники структурного анализа в средах CA ERwin Process Modeler и CA ERwin Data Modeler, обозначенных для построения функциональных диа-

грамм. Данные приложения являются полноценным инструментом оптимизации, ускорения процесса. В инструменте выбираются методики функционального проектирования моделей, декомпозиций IDEF0 и IDEF3.

Цель всего исследования в данном направлении заключается в улучшении экосистемы нарушенных земель.

С помощью функционала IDEF0 и IDEF3 проводятся аналитические исследования с применением синтезов методов: физического, аналитического, функционального.

Методологии обеспечивают построение иерархии от общего к детализации анализа. Инструментарий методологии является комплексным, который учитывает в разработке моделей исследователь, исследующий взаимосвязанные работы [1, 2].

Модель первого уровня рекультивации земель (рис. 1) описывает информацию, собранную в полевых условиях. Следующий уровень формализованного описания методологии разработки рекомендаций по рекультивации представлен схемой на рис. 2. На данном рисунке продемонстрировано четыре последовательных методологии с последовательно входящей информацией, с обслуживающей нормативной документацией, персоналом, оборудованием.

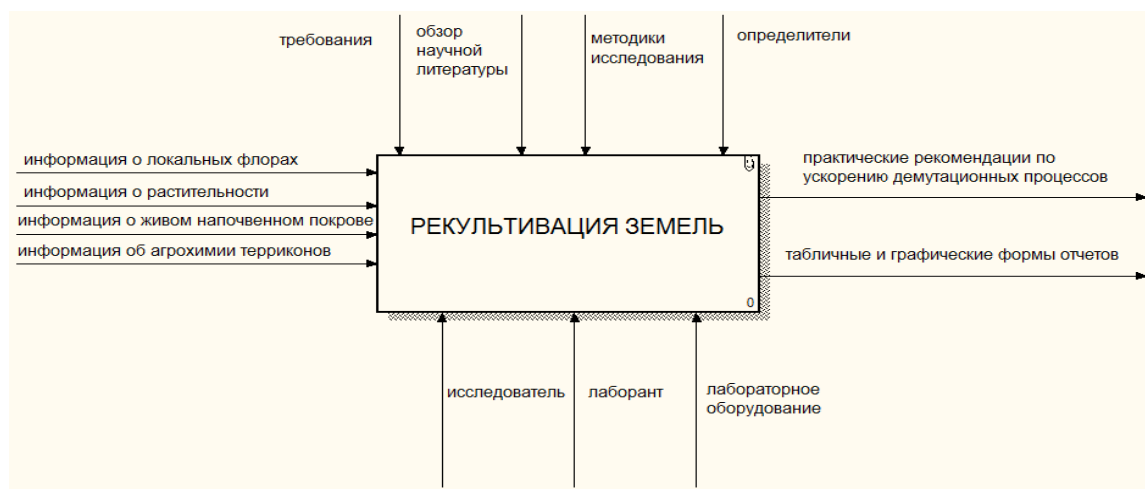


Рис. 1. Функциональная модель разработки практических рекомендаций при рекультивации земель

Каждый уровень комплексных работ, заключенных как методология, проводимых, обрабатываемых исследователем, подвергается дальнейшему разбиению на декомпозиции. Декомпозиции последующего уровня определяют более детальную обработку информации. Данным моделированием достигается целостность IDEF0-модели для дальнейшей автоматизации системы [3].

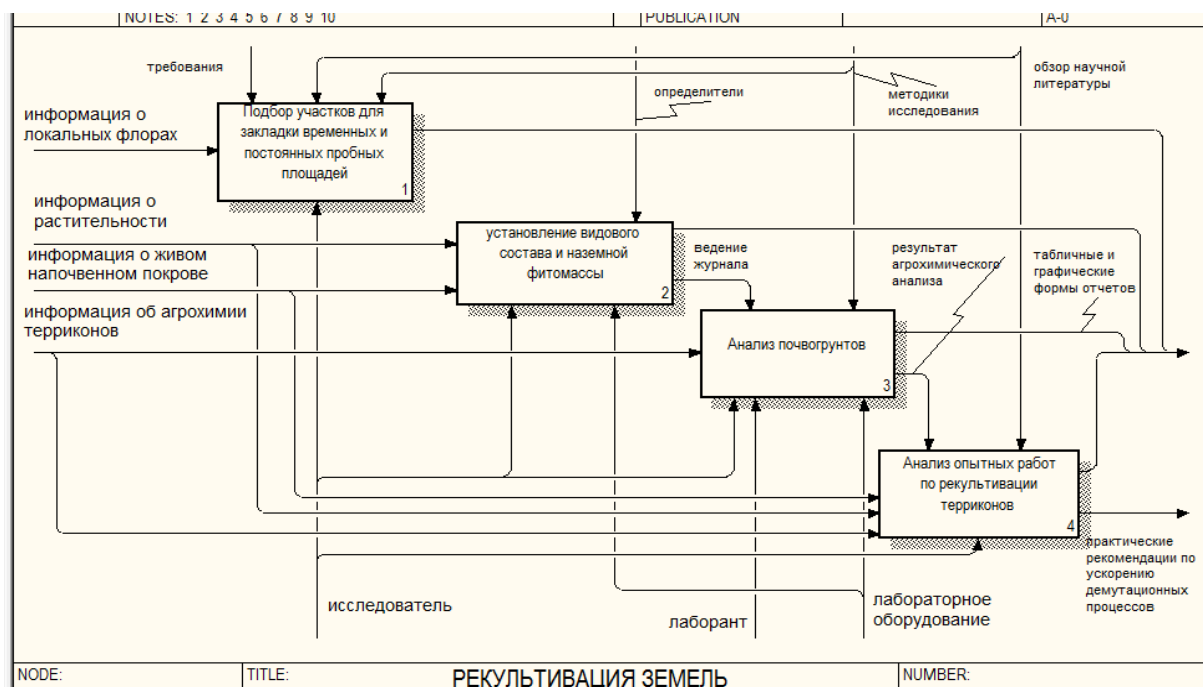


Рис. 2. Диаграмма верхнего уровня модели рекультивация земель, A0

Для восстановления экосистемы нарушенных земель используются накопленные аналитические материалы. Декомпозиции представляют некий намеченный план обработки накопленной информации, позволяющий более детально представить процесс рекультивации.

Поэтапная работа ведется по методическим схемам декомпозиции первого уровня (рис. 3).

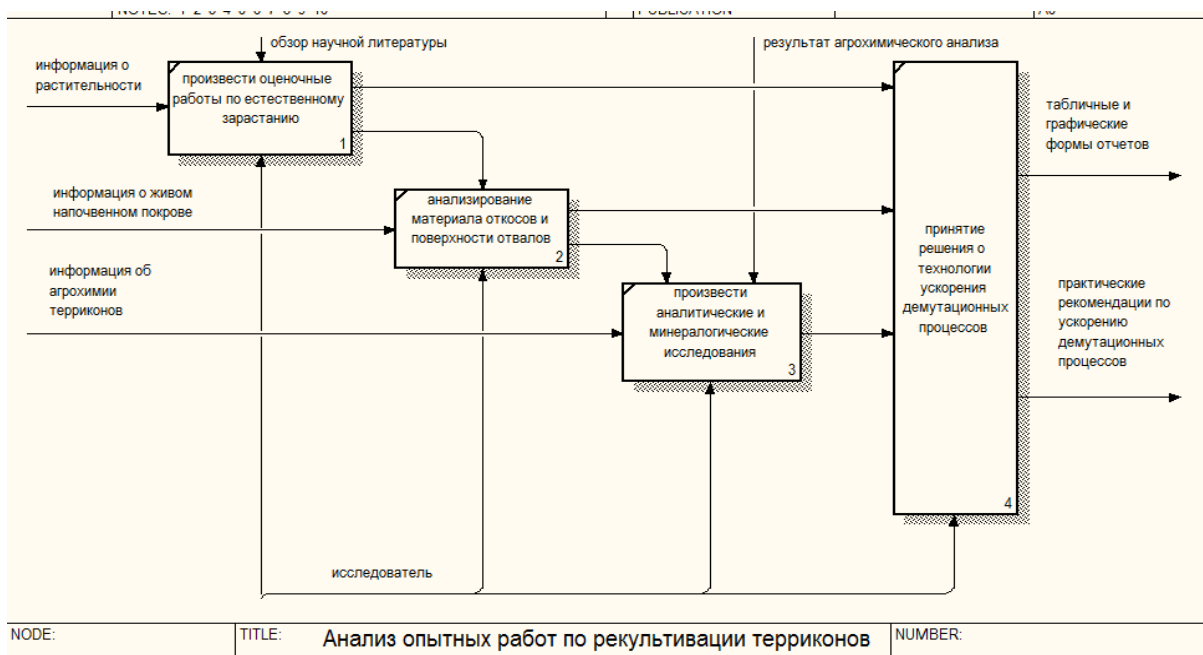


Рис. 3. Декомпозиция первого уровня процесса анализа опытных работ, A4



Для установления комплекса работ по рекультивации и дальнейшего моделирования учитываются социальные, экологические, климатогеографические взаимосвязи, определяющие ход действий исследователя, и в итоге возможно принятие решения по восстановлению нарушенной экосистемы.

Таким образом, разработка функциональной модели рекультивации земель позволяет определить полный комплекс работ для ресурсного потенциала терриконов. Представляется возможным проектирование информационной системы для автоматизации процесса обработки собранной информации, составления отчетов.

### *Библиографический список:*

1. Кравченко А. В., Драгунова Е. В., Кириллов Ю. В. Моделирование бизнес-процессов : учеб. пособие. – Новосибирск : НГТУ, 2020. – 136 с. // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/152364> (дата обращения: 05.11.2020).

2. Смотрова, Е. Е. Системный анализ : учеб. пособие. – Волгоград: Волгоградский ГАУ, 2015. – 152 с. // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/76654> (дата обращения: 05.11.2020).

3. Силич М. П., Силич В. А. Основы теории систем и системного анализа : учебное пособие. – М. : ТУСУР, 2013.–340 с. // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/110400> (дата обращения: 05.11.2020).

УДК 630.377

А. А. Гарипова, И. Н. Кручинин  
(А. А. Garipova, I. N. Kruchinin)  
УГЛТУ, Екатеринбург  
(USFEU, Yekaterinburg)

### **ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ТРАНСПОРТНЫХ СВЯЗЕЙ ПРИ РЕМОНТЕ ЦЕМЕНТОБЕТОННЫХ ПОКРЫТИЙ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ЛЕСОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА (IMITATION MODELING OF TRANSPORT LINKS DURING THE REPAIR OF CEMENT CONCRETE COVERINGS AT THE ENTERPRISES OF THE FOREST INDUSTRIAL COMPLEX)**

*Представленная работа предназначена для анализа транспортных связей на лесных складах. Содержит решение для оценки наименьшего*

*времени простоев транспортного оборудования и выбора методов ремонтов цементобетонных покрытий.*

*The presented work is intended for the analysis of transport links in timber yards. Contains a solution for assessing the least downtime of transport equipment and the choice of methods for repairing cement concrete pavements.*

Современный лесопромышленный комплекс РФ отличается значительным объемом транспортно-переместительных операций с лесоматериалами [1, 2]. Эффективность транспортно-складских работ определяется применяемой технологией и схемой транспортной системы складов. Существует значительное количество различных вариантов построения транспортных систем (ТС) лесных складов.

Минимизация простоев оборудования и эффективность работы ТС в значительной степени зависят не только от выбранного алгоритма управления транспортно-производственной системой, но и транспортно-эксплуатационных показателей подъездных и площадочных путей.

В то же время приведение их в нормативное состояние невозможно без проведения ремонтно-восстановительных работ. Однако в условиях ограничения времени ремонтов и специфических условиях формирования структурной прочности цементобетонных покрытий нахождение такого алгоритма требует точного знания о затратах времени на выполнение тех или иных транспортно-переместительных операций. Для нахождения указанных затрат были рассмотрены структурные временные связи ТС, а их оценки были использованы при выборе технологий ремонтов цементобетонных покрытий.

Транспортные связи складов таковы, что в сферу обслуживания ТС входят места загрузки лесоматериалов и пункты разгрузки продукции, прошедшей обработку. Конечным пунктом разгрузки может являться штабель продукции или конкретный вид перерабатывающего оборудования. Функциональными элементами ТС, определяющими структуру его временных связей, являются:

транспортное средство, перемещающее лесоматериал в определенную позицию по заданному адресу ( $N_i$ ,  $i = 0, 1, 2$ ), которое может, таким образом, находиться в трех конечных положениях: у штабеля погрузки ( $K_0$ ), у первого ( $K_1$ ) и второго ( $K_2$ ) пунктов разгрузки (соответственно адреса  $N_0$ ,  $N_1$ ,  $N_2$ ). Исходным  $K$  считается положение, когда ТС находится в нулевом адресе;

грузозахватное устройство, обеспечивающее передачу лесоматериалов с ТС либо на ТС материалов.

Совокупность рассмотренных устройств образует транспортно-производственную систему, в процессе работы которой каждый выделен-

ный элемент в заданной последовательности может занимать определенное состояние. В работе [3] подробно рассмотрен ориентированный граф, отображающий множество допустимых и запрещенных конечных состояний элементов ТС. Налагаемые ограничения определяются техническими возможностями и избранной компоновкой склада [3].

В совокупности все отмеченные устройства в процессе работы принимают множество состояний. Рассматривая временные связи как временную последовательность конечных состояний, можно выявить временную структуру ТС.

При имитационном моделировании система работала по следующему алгоритму:

транспортная система:

$$(N_0K_0 \vee N_1K_1 \vee N_2K_2)HA \rightarrow \bar{K};$$

грузозахватное устройство:

$$\begin{aligned} HN_0K_0 \vee (N_1K_1 \vee N_2K_2)P_c &\rightarrow A_1 \bar{A}_2; \\ (N_0K_0 \vee (N_1K_1 \vee N_2K_2)\bar{H} &\rightarrow \bar{A}_1A_2; \\ \bar{A} &\rightarrow A_1A_2; \end{aligned}$$

средство погрузки-разгрузки:

$$\begin{aligned} S_1 \bar{U} &\rightarrow C_1 \bar{C}_2; \bar{C} \rightarrow \bar{C}_1 \bar{C}_2; \\ S_2 \bar{U} &\rightarrow \bar{C}_1 C_2; \end{aligned}$$

установочное приспособление:

$$\begin{aligned} P_c S_1 \vee P_s S_2 &\rightarrow \bar{U}; \\ P_s S_1 \vee P_c S_2 &\rightarrow U; \end{aligned}$$

установка:

$$\begin{aligned} U P_s &\rightarrow \bar{S}; \\ U P_s &\rightarrow S. \end{aligned}$$

где  $H$  – ТПС во включенном состоянии;  $N_i$  – адрес доставки ТПС ( $i$  равно 0, 1, 2),  $K_i$  – пункты загрузки, разгрузки,  $P_c$ ,  $P_s$  – положение изделия соответственно на ТС, на установочном приспособлении (стрелка – символ перехода в состояние).

Для оценки эффективности работы ТС были избраны следующие показатели:

- коэффициент занятости

$$K_p = \frac{T_0}{T_0 + T_H};$$

- коэффициент использования

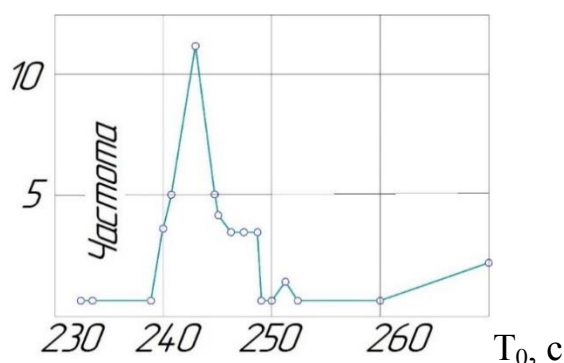
$$K_H = \frac{T_0 + T_H}{T_0 + T_H + T_{\Pi}},$$

где  $T_0$  – транспортное время, затрачиваемое на выполнение ТС своей целевой функции;

$T_H$  – непроизводительное время, затрачиваемое на холостые пробеги;

$T_{\Pi}$  – время вынужденных простоев от ремонтов покрытия.

На рисунке представлена зависимость частоты циклов от транспортного времени.



Зависимость частоты циклов от транспортного времени

Анализ рассмотренного алгоритма управления показал, что  $K_p = 0,68$ ;  $K_H = 0,83$ . Следовательно, на транспортные операции может уходить более 30 % времени работы и около 20 % времени может быть затрачено на вынужденные простои, связанные с ухудшением транспортно-эксплуатационного состояния покрытий подъездных путей.

Выходом из создавшейся ситуации является применение ремонтных материалов цементобетонных покрытий с иными физико-механическими характеристиками. Речь идет об магнезиально-фосфатных цементах (МФЦ), которые известны высокой ранней прочностью, долговечностью и

высокими показателями сцепления [4]. Химическая реакция в магнезиально-фосфатной системе сильно экзотермична, с большим количеством выделяемого тепла, что влияет на время схватывания и повышение температуры при гидратации, т. е. возможно использовать МФЦ при низких температурах.

Только применение паст и растворов на основании МФЦ позволяет решить проблему ремонтно-восстановительных работ в найденном временном диапазоне без изменения коэффициента использования ТС, а также провести ремонты цементобетонных покрытий в условиях отрицательных температур.

Разработанная математическая модель транспортных работ позволила получить точное представление о транспортно-временных связях ТС на предприятиях лесопромышленного комплекса, а ее решение использовалось для оптимизации ремонтно-восстановительных работ цементобетонных покрытий на лесных складах.

### *Библиографический список*

1. Рукомойников К. П., Мохирев А. П. Обоснование технологической схемы лесозаготовительных работ путем создания динамической модели функционирования предприятия // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. – 2019. – № 4 (370). – С. 94-107.
2. Кручинин И. Н. Транспортно-производственная система лесного комплекса: монография. – Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2010. – 154 с.
3. Иванников В. А., Пильник Ю. Н., Ермолов Ю. В. Прогностно-аналитическое моделирование технико-экономических показателей в региональных лесотранспортных системах // Лесотехнический журнал. – 2018. – Т. 8. – № 3. – С. 138–144.
4. Ma C. & Chen B. Properties of magnesium phosphate cement containing redispersible polymer powder // Construction and Building Materials. – 2016. – 113. – 255–263. – URL: <http://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2016.03.053> (дата обращения: 15.10.2020). – URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0950061816303488> (дата обращения: 16.10.2020).

УДК 681.5

А. Г. Долганов  
(A. G. Dolganov)  
УрФУ, Екатеринбург  
(UrFU, Yekaterinburg)

**ОБЩИЕ ПРОЕКТНЫЕ РЕШЕНИЯ ПО ПРИМЕНЕНИЮ  
РОБОТОВ В ЛЕСНОЙ ИНДУСТРИИ**  
(GENERAL DESIGN SOLUTIONS FOR APPLICATION  
OF ROBOTS IN THE FOREST INDUSTRY)

*Рассмотрены общие решения проектной задачи по определению направлений применения роботов и робототехнических устройств в лесной индустрии. Проектные решения учитывают требования национального стандарта к терминам и определениям в робототехнике.*

*The article considers general solutions of the design problem which include determining the directions of using robots and robotic devices in the forest industry. Design solutions meet the National Standard requirements for the terms and definitions in robotics.*

В настоящее время наблюдается существенный рост исследований в области робототехники и искусственного интеллекта [1–3]. Во многих отраслях экономики, в том числе в лесной индустрии, возникает необходимость принятия системных проектных решений по применению роботов и робототехнических устройств (РТУ). Общие проектные решения позволяют определить основные направления применения роботов в лесопромышленном производстве. При принятии проектных решений необходимо учитывать требования национального стандарта к определению робототехнических понятий [4, 5], разработанного ФГАНУ «Центральный научно-исследовательский и опытно-конструкторский институт робототехники и технической кибернетики» на основе международного стандарта, подготовленного техническим комитетом 299 «Робототехника» ИСО «Системы автоматизации производства и их интеграция». Стандарт систематизирует, классифицирует и определяет границы применения терминов робототехники.

Необходимость применения роботов и РТУ в лесной отрасли обосновывается, как и во многих других отраслях, ростом дефицита трудовых ресурсов из-за общей неблагоприятной демографической ситуации в стране, а также тяжёлыми и вредными условиями труда. По мнению д-ра техн. наук проф. Лозовецкого В. В., несмотря на то, что «в современных транспортно-технологических машинах лесного комплекса (харвестерах и форвардерах)... широко применяются роботизированные комплексы и манипуляторы..., заменяя и облегчая труд человека и одновременно повышая

производительность труда», в лесозаготовительной и деревообрабатывающей промышленности промышленные роботы и робототехнические комплексы (РБК) «пока не получили широкого применения, хотя с самого начала механизации процессов заготовки и переработки древесины машины и технологическое оборудование, участвующие в них, были конструктивно готовы и в то же время требовали роботизации...» [2].

В настоящее время основную долю предприятий лесопромышленного комплекса по объёму производства составляют малые и средние предприятия, в которых внедрение технических средств полной автоматизации технологических процессов экономически нецелесообразно. Поэтому требуются универсальные автоматы, которые могут быть применены локально, на отдельных участках работы, способные заменить человека, облегчить и сделать безопасным физический труд. Такими универсальными автоматами являются роботы и РТУ.

Роботы и РТУ могут применяться в лесном комплексе как в промышленной, так и в непромышленной среде. В первом случае принято говорить о промышленных роботах, во втором – о сервисных роботах. Среди промышленных роботов традиционным является применение манипуляторов для захвата и перемещения объектов заготовки и переработки леса. Манипулятор может управляться: 1) оператором, 2) программируемым электронным контроллером или 3) логической системой. Относительная простота конструкции и систем управления манипуляторами, возможность встраивания пульта обучения позволяют прогнозировать дальнейшее их применение в тяжёлых условиях производства с целью повышения производительности, экономичности и безопасности труда. Конструктивным преимуществом манипуляторов является их высокая реконфигурируемость.

В то же время ограниченная автономность манипуляторов, требующая вмешательства человека и постоянного контроля в процессе эксплуатации, снижает их применимость в условиях дефицита трудовых ресурсов. Конструктивные изменения манипуляторов не решают проблемы постоянного присутствия человека-оператора в процессе их эксплуатации. Требуется совершенствование системы управления, включая проектирование системы восприятия внешней среды и оценки текущего состояния. Не решает данной проблемы и перепрограммируемость манипуляторов, так как в этом случае требуется присутствие на рабочих местах квалифицированных операторов-программистов.

Робот-неманипулятор в сравнении с манипулятором обладает большей подвижностью, автономностью и мобильностью. В этом состоит его основное преимущество перед манипулятором. Но, как следствие, система управления робота-неманипулятора и программа его работы становятся более сложными. С одной стороны, интерфейс его системы управления

должен быть простым и доступным для пользователя, с другой – он становится существенно более сложным и трудоёмким при проектировании. Следует констатировать, что система управления механической конструкцией робота существенно усложняется и становится более дорогостоящей с увеличением подвижности, автономности и мобильности.

РТУ уступает роботу в подвижности, автономности и мобильности, поэтому занимает промежуточное положение между манипулятором и роботом-неманипулятором по сложности проектирования и стоимости изготовления. Следовательно, экзоскелеты и другие устройства, облегчающие физический труд человека и управляемые дистанционно, должны найти широкое применение в лесозаготовительном и лесовосстановительном технологических процессах.

В непромышленной среде должны получить распространение сервисные роботы, не являющиеся элементами промышленной автоматизации и не предназначенные для использования в составе производственных линий. Например, сервисные роботы по техническому обслуживанию лесозаготовительного, деревообрабатывающего оборудования и машин; персональные сервисные роботы, используемые в некоммерческих целях непрофессионалами (домашние роботы, обслуживающие лесозаготовительное, деревообрабатывающее оборудование).

Профессиональные сервисные роботы, используемые в коммерческих и профессиональных целях, управляемые оператором, обладающие более сложной системой управления и механической конструкцией, могут применяться в лесовосстановлении, в погрузочно-разгрузочных работах, в доставке инструментов и технологического оборудования в труднодоступные районы леса, при пожаротушении, в чрезвычайных ситуациях.

Учитывая большие площади лесных массивов, охватываемые при лесозаготовительных работах, широкое применение в лесном комплексе должны найти мобильные роботы, передвигающиеся под своим собственным управлением. Такой робот может представлять мобильную грузовую платформу с манипуляторами для проведения лесозаготовки в труднодоступных лесных районах.

Для повышения производительности труда в лесной отрасли является целесообразным решением увеличение концентрации роботов в местах их применения. Поэтому перспективным направлением применения роботов может стать применение РБК, включающих нескольких роботов, их рабочие органы и технологическое оборудование, согласованное для применения с роботами. Дальнейшее развитие концентрации производства должно привести к усилению специализации роботов и созданию высокопроизводительных промышленных РБК [2]. При этом необходимо предусматривать дополнительное повышение квалификации операторов, контролирующих выполнение технологических операций РБК.



Последующая кооперация роботов может привести к созданию промышленных роботизированных ячеек и линий в защищённых пространствах. Сложной задачей является разработка программного обеспечения промышленных РБК, которое должно обеспечивать интеграцию и согласованность обмена информацией и действиями нескольких роботов между собой для их совместного функционирования, а также роботов и взаимодействующих с ними людей в ходе выполнения сложных технологических процессов. Например, интеграция при погрузке заготовленного леса на транспортные средства при нахождении людей в зоне работы роботов.

Не менее сложной задачей программирования взаимодействия человек – робот является обеспечение безопасности сервисных коллаборативных роботов, которые непосредственно обмениваются с людьми информацией и действиями для выполнения заданий с помощью пользовательского интерфейса (голосовых, визуальных и тактильных средств), взаимодействуют в заданном рабочем пространстве с получателями полезного результата работы. Например, обеспечение безопасности домашних сервисных коллаборативных роботов по обслуживанию лесозаготовительного, деревообрабатывающего оборудования.

Необходимо отметить важность с точки зрения безопасности и точности позиционирования процесса установки роботов на предназначенных для них местах при их использовании. Безопасная и точная установка роботов, не обладающих высокой автономностью, требует подготовительной расчётной, навигационной работы, при необходимости – добавления инфраструктурных элементов. Например, выбор горизонтальной рабочей площадки, определение координат месторасположения робота и других объектов (согласованных и не согласованных с роботом) на этой площадке, размещение источников питания (подзарядки) роботов и пр.

Ввод в эксплуатацию робототехнического комплекса после установки требует осуществления процессов наладки, проверки роботов и верификации их функций как сложных технических систем. Поэтому в управлении роботами на этапе начала эксплуатации должен принимать участие не только оператор, но и программист. Оператор должен быть высококвалифицированным специалистом, обладающим соответствующими компетенциями в области программирования.

Лес, как рабочая среда для лесного робота, требует от него высокой адаптивности, т.е. способности воспринимать и изменять внешнюю среду и (или) изменяться самому в соответствии со средой. Поэтому в лесной отрасли должны найти широкое применение промышленные роботы с техническим зрением для взятия и размещения неориентированных объектов заготовки, переработки леса на транспортных средствах, а также мобильные роботы, способные избегать столкновений с препятствиями, шагающие роботы, перемещающиеся по неровной поверхности.

*Библиографический список*

1. Аналитический обзор мирового рынка робототехники 2019. – URL: [http://www.sberbank.ru/common/img/uploaded/pdf/sberbank\\_robotics\\_review\\_2019\\_17.07.2019\\_m.pdf](http://www.sberbank.ru/common/img/uploaded/pdf/sberbank_robotics_review_2019_17.07.2019_m.pdf) (дата обращения: 06.09.2020).
2. Лозовецкий В. В., Комаров Е. Г. Робототехнические комплексы – средства автоматизации технологических процессов и производств лесной промышленности: учебник / под ред. В. В. Лозовецкого. – СПб: Лань, 2020. – 568 с.
3. Побединский В. В., Кручинин И. Н., Побединский А. А. Интеллектуальная система определения диэлектрической проницаемости лесной среды при радиочастотном мониторинге // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2018. – Т. 20. – № 6–2 (86). – С. 383–390
4. ГОСТ Р 60.0.0.4-2019/ИСО 8373:2012. Роботы и робототехнические устройства. Термины и определения. – URL: <http://docs.cntd.ru>
5. ISO 8373:2012/Роботы и робототехнические устройства. Словарь. – ISO 8373:2012. Robots and robotic devices. Vocabulary, IDT. – URL: <http://docs.cntd.ru>

УДК 630\*3:51-7

К. Д. Жук, Ф. В. Свойкин, С. А. Угрюмов  
(K. D. Zhuk, F. V. Svoikin, S. A. Ugryumov)  
СПбГЛТУ имени С. М. Кирова, Санкт-Петербург  
(SPbSFTU, Saint-Petersburg)

**К ВОПРОСУ О ПОВЫШЕНИИ ЭФФЕКТИВНОСТИ  
ЛЕСОЗАГОТОВОК ПУТЕМ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ  
ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ МНОГООПЕРАЦИОННЫХ  
ЛЕСНЫХ МАШИН**

**(ON THE ISSUE OF IMPROVING THE EFFICIENCY OF LOGGING BY  
IMPROVING THE INFORMATION SYSTEMS OF MULTI-OPERATIONAL  
FOREST MACHINES)**

*Рассмотрен принцип использования программных комплексов и программного обеспечения многооперационных лесных машин для оперативного статистического контроля объема и размерно-качественных параметров заготавливаемой древесины, а также регулирования технологических параметров работы лесозаготовительного оборудования, повышения объемов и качества заготавливаемой древесины.*

*The principle of using software systems for multi-operational forest machines for operational statistical control of the volume and size-quality parameters of harvested wood, as well as regulating the technological parameters of logging equipment, improving the volume and quality of harvested wood is considered.*

Лесные машины различных назначений, использующиеся в лесозаготовительной промышленности, в настоящее время практически не могут обходиться без современного технологического оборудования и специальных программных комплексов [1], а также программного обеспечения [2]. Так, например, все новые колесные валочно-сучкорезно-раскряжевочные машины John Deere серии Gc 2020 г. для российского рынка уже оборудованы в базовой комплектации оптимизированной интегрированной картографическим решением TimberMaticMaps™ [3].

Использование информационных технологий позволяет оперативно производить статистический контроль объема и размерно-качественных параметров заготавливаемой древесины, а также технических параметров работы лесозаготовительных машин [4]. Внедрение современных программ для оценки результативности лесозаготовки позволяет компаниям, работающим в лесопромышленном комплексе, тратить меньше ресурсов для подготовки специализированных кадров и операторов лесных машин и производить непрерывный мониторинг параметров работы оборудования. Грамотное использование полученных данных позволяет регулировать технологические параметры работы лесозаготовительного оборудования, повышать объемы и качество заготавливаемой древесины, что, несомненно, является положительным аспектом для экономической эффективности деятельности лесопромышленных компаний [5].

Однако с ростом скорости заготавливаемой древесины становится сложнее контролировать эффективность производимой продукции. Таким образом, появляется необходимость в создании дополнительных программных комплексов, способных корректно оценить размерно-качественные и технические параметры заготавливаемой продукции. На данный момент у производителей лесных машин имеются собственные разработки по работе с файлами, которые формируют бортовые компьютеры многооперационных лесных машин, собирая различные данные с датчиков и устройств лесных машин. К таким программным продуктам относятся:

- TimberOffice5 (John Deere, серии E,G);
- PonsseOpti4G (Ponsse);
- MaxiFleet (Komatsu Forest);
- SilviA (John Deere, серия D).

В самой бортовой системе формируется примерно 25 видов расширений для файлов (основные из которых: файлы управления маркировкой

при раскрывке (apt), файлы ствола (stm), файлы продукции (prd), файлы использования рабочего времени (drf), файлы калибровки (ktr) и т. д.), что затрудняет их расшифровку и дальнейшее практическое использование лицом, принимающим решение, из-за избыточности информации от лесной машины в единицу времени, с одной стороны, и сложностью ее интерпретации из-за необходимости большого числа дополнительных специализированных программ для формирования и открытия отчетов, с другой стороны. Задача усложняется, если парк лесозаготовительной техники укомплектован лесными машинами разных фирм-производителей или одного производителя, но разных серий (распространенное в отрасли явление), так как в этих случаях для открытия типовых отчетов с одним расширением требуются разные дорогостоящие специализированные программы. С учетом среднего срока обновления серий лесных машин (5 лет) отсутствуют межплатформенные решения по анализу заготовленной древесины за период действия проекта освоения лесов (до 10 лет), срока действия договора аренды лесного участка (49 лет). Для разработки рекомендаций лесозаготовителям для решения задачи межплатформенного анализа отчетов и в рамках данной работы для анализа функционирования многооперационных лесных машин использовали три расширения:

- stm (файл для каждого обработанного ствола);
- prd (содержит суммарный объем заготовленной продукции, разделение объема по каждому виду древесины и т.д.);
- drf (содержит время работы лесной машины, время простоя и т.д.).

Главными из них являются файлы с расширением stm, поскольку именно в них содержится информация и данные по каждому обработанному стволу в отдельности. Как stm-файлы, так и остальные построены с применением стандарта StanForD, который используется в лесной промышленности на лесных машинах при построении и заполнении файлов бортовой системы данными, которые были получены с датчиков. Исследовав около ста различных файлов, мы обнаружили, что, несмотря на наличие автоматического раскроя ствола на сортименты, довольно часто операторы прибегают к ручному раскрою, однако при этом возрастает число проходов пильного диска и увеличивается время цикла работы машины. Организация работы, при которой можно было бы избежать таких резов, способствует сокращению материальных ресурсов компании:

- за счет уменьшения износа пильного элемента;
- сокращения потребления топлива, которое затрачивается машиной в период, когда осуществляется дополнительный рез ствола.

На данный момент указанные выше пункты являются основными показателями эффективности работы лесозаготовительного оборудования.

В ходе дальнейших исследований необходимо будет собрать, проанализировать и провести статистическую обработку массивов данных,

определяемых тысячами файлов с расширением stm. Это позволит определить, в каких местах, а именно на какой высоте ствола дерева, наблюдаются самые частые резы. При этом необходимо будет отсортировать все полученные данные из файлов по типам стволов, в том числе по породному составу (прежде всего ель, сосна, береза).

Проводить сортировку по породному составу необходимо, поскольку у разных пород дерева резы могут быть выполнены на различной высоте. То есть высота, которая будет являться для одного типа нормой для выполнения поперечного реза, для другого будет несвойственной. Также необходимо учесть, что все исходные данные должны быть из одного и того же региона, поскольку для разных областей страны древостои могут различаться по основным размерно-качественным характеристикам.

Проводить дальнейшее исследование планируется с использованием объектно-ориентированного языка программирования Python. В качестве среды программирования было выбрано PyCharm и Spyder. У обоих из них есть возможность бесплатного использования. Язык Python также поставляется с открытого типа лицензией. Выбор именно этого языка программирования был сделан потому, что для исследовательских целей он является самым удобным и широко используемым. Также под данный язык написано достаточно обширное количество библиотек, некоторые из которых пригодились в обработке результатов, полученных с бортовых систем.

Вопрос повышения эффективности лесозаготовок путем грамотного использования имеющихся цифровых данных с бортовых компьютеров, а также совершенствования информационных систем многооперационных лесных машин является актуальным, поскольку в лесопромышленном комплексе объемы заготавливаемой древесины ежегодно растут, что приводит к необходимости использования программного обеспечения, способного эффективно контролировать работу лесных машин, поскольку их операторами могут приниматься решения, влекущие за собой упущенную прибыль для компании.

### *Библиографический список*

1. Евдокимов Б. П., Кормщикова З. И. Зарубежные лесные машины. – Сыктывкар: СЛИ, 2007. – 161 с.
2. Walsh D. Quantifying the value recovery improvement using a harvester optimizer // CRC for Forestry Bulletin. – 2012. – 4 p.
3. TimberMatic Maps. Operator's manual. John Deere TimberMatic Maps. – Finland, 2020. – 126 p.
4. Герасимов Ю.Ю., Сенькин В.А., Вятайнен К. Производительность харвестеров на сплошных рубках // Resources and Technology. – 2012. – №2. – Т. 9. – С. 82–93.

5. Программные комплексы современных лесных машин / А. Ю. Мануковский, М. В. Зорин, С. Е. Рудов, О. А. Куницкая, И. В. Григорьев // Приоритетные направления инновационной деятельности в промышленности: сборник научных статей. – Казань: ООО «КОНВЕРТ», 2020. – С. 57–59.

УДК 630\*377

Р. Н. Ковалев

(R. N. Kovalev)

УГЛТУ, Екатеринбург

(USFEU, Yekaterinburg)

И. М. Еналеева-Бандура

(I. M. Enaleeva-Bandura)

СибГУ им. М. Ф. Решетнева, Красноярск

(RSSU, Krasnoyarsk)

# **ИНФОРМАЦИОННАЯ ПОДДЕРЖКА ОПТИМИЗАЦИИ ЛЕСОТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМ С УЧЁТОМ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТЕЙ**

**(INFORMATION SUPPORT OF FOREST TRANSPORT SYSTEMS OPTI-  
MIZATION WITH REGARD TO UNCERTAINTIES)**

*Для информационной поддержки решения задачи оптимизации лесотранспортной системы предложено соответствующее математическое описание. Представлена целевая функция эффективности, разработанная с учётом неопределённостей, в качестве которых рассмотрены рискообразующие факторы.*

*The article provides the corresponding mathematical description proposed for information support of the solving the problem of the forest transport system optimization. The objective function of efficiency is presented, developed taking into account the uncertainties, which are considered as risk-forming factors.*

Наличие оптимально развитой транспортной инфраструктуры является тем необходимым условием, без которого невозможно устойчивое развитие территорий [1-2]. Планирование транспортной системы на территории лесного фонда (ТСЛФ) представляет собой многокритериальную задачу, поскольку стоимость её строительства и эксплуатации, экологическая, социальная и техническая эффективности противоречивы и несут в себе конфликт целей. Поэтому планируемую ТСЛФ и территорию предполагаемого к освоению лесного фонда необходимо рассматривать как единую

систему, находящуюся в синергетических связях между обозначенными выше составляющими [3].

В свою очередь, эта система подвержена влиянию ряда факторов, характеризующихся неопределенностью. Одними из самых значимых можно назвать рискообразующие факторы. Риски в лесной отрасли – это возможность потерь в результате изменений в экономическом, экологическом, социальном и техническом состоянии лесной отрасли [4]. Наибольшее влияние на предприятия лесной отрасли оказывают риски, приведенные на рисунке.



Классификация рисков в лесной отрасли

Так как основным критерием оценки любой системы является ее эффективность (отношение результата к затратам), нами предлагается прогнозировать эффективность функционирования планируемой ТСЛФ с учетом эколого-экономических показателей и факторов риска, сопровождающих проект. Качественно это может быть выражено как достижение максимума всех потенциальных доходов с учетом влияния рискообразующих факторов.

С учётом данных источника [5] количественно целевая функция эффективности ТСЛФ  $\mathcal{E}_{\text{эф}}^{\text{п}}$  может представлять собой суммарное значение итогового функционала  $\mathcal{E}^{\text{эф}}$  и  $\mathcal{E}(T)$  – прогнозной величины, определяющей степень влияния рискообразующих факторов на эффективность планирования ТСЛФ за период освоения лесного фонда  $T$ . Итоговый функционал  $\mathcal{E}^{\text{эф}}$  может быть представлен как отношение чистой текущей стоимости (ЧТС), полученной в результате освоения территории лесного фонда за период освоения лесного фонда  $T$ , к суммарным затратам на строительство и эксплуатацию ТСЛФ  $S$ .

В этом случае математическая модель поставленной оптимизационной задачи принимает вид

$$\left\{ \begin{array}{l} \mathcal{E}_{\text{эф}}^{\text{п}} = \mathcal{E}^{\text{эф}} - \mathcal{E}(T); \\ \mathcal{E}^{\text{эф}} = \frac{\text{ЧТС}}{S} \rightarrow \max \\ \mathcal{E}(T) = \sum_{b=1}^B g_b(t); \\ \mathcal{E}(T) = \sum_{t=0}^T \mathcal{E}(t); \\ \mathcal{E}(T) \rightarrow \min; \\ b = 1, \dots, B. \end{array} \right. \quad (1)$$

Приведенные в выражении (1) коэффициенты  $g_b(t)$  должны определяться методом экспертных оценок специалистами лесной отрасли, с их учетом может осуществляться прогноз степени влияния того или иного фактора риска на величину текущего валового дохода по моментам времени  $t$ . В математическую модель должны включаться только те виды рисков  $B$ , которые, по мнению экспертов, оказывают наибольшее влияние на эффективность планируемой ТСЛФ. Следует отметить, что, согласно источнику [4], прогноз влияния рискообразующих факторов на проект планирования ТСЛФ за период освоения лесного фонда должен быть краткосрочным (от 3 до 5 лет).

Чистая текущая стоимость, полученная в результате освоения территории лесного фонда посредством реализации ТСЛФ, по периодам времени  $t$  определяется следующим выражением:

$$\text{ЧТС} = D_T - S, \quad (2)$$

где  $D_T$  – текущий валовый доход от освоения территории лесного фонда, за период времени  $T$ , руб.;

$S$  – планируемые суммарные затраты в результате освоения территории лесного фонда, по периодам времени  $t$ , руб.



Текущий валовый доход в результате освоения территории лесного фонда по периодам времени  $t$  определяется выражением

$$\left\{ \begin{array}{l} D_T = \frac{\sum_{t=0}^T \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^K [C_i(t) + C_{ij}^{TP}(t)] \cdot Q_{ijk}(t)}{(1+e)^T} - \sum_{t=0}^T E(t) \rightarrow \max \\ E(t) = g_v(t) + g_G(t) + g_w(t) \rightarrow \min \\ D(t) = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^K [C_i(t) \cdot (1 \pm g_v(t)) + C_{ij}^{TP}(t) \cdot (1 \pm g_G(t))] \cdot Q_{ijk}(t) (1 - g_w(t)) \\ (i = 1, \dots, m), (j = 1, \dots, n), (k = 1, \dots, K), (t = 0, \dots, T), \end{array} \right. \quad (3)$$

где  $C_{ij}$  – цена реализации 1 м<sup>3</sup> (или других единиц количества лесных ресурсов) по видам лесных ресурсов с  $i$ -го лесного участка,  $i \in \{1, \dots, m\}$ , (гектара, выдела, м<sup>2</sup>), на  $j$ -й склад (прирельсовый участок, потребителю),  $j \in \{1, \dots, n\}$ , руб.;

$C_{ij}^{TP}(t)$  – транспортные расходы на единицу продукции, руб. на момент времени  $t$ ;

$Q_{ijk}(t)$  – суммарный объем по видам лесных ресурсов с  $i$ -го лесного участка (квартала, выдела, м<sup>2</sup>), на  $j$ -й склад, подлежащий к заготовке и транспортировке  $k$ -м типом транспорта в момент времени  $t$ ,  $k \in \{1, \dots, K\}$ , м<sup>3</sup> (или других единиц количества лесных ресурсов);

$e$  – коэффициент дисконтирования;

$T$  – период освоения территории лесного фонда, лет;

$t$  – время от момента оценки до момента заготовки ресурса,  $t \in \{1, \dots, T\}$ , лет;

$g_w(t)$  – коэффициент оценки влияния ресурсного фактора на объем (отгружаемой) производимой продукции, а также влияние риска непоставки либо поставки продукции ненадлежащего качества на момент времени  $t$ ;

$g_v(t)$  – коэффициент оценки влияния фактора теневых экономических отношений, а также влияние инфляции на себестоимость (отгружаемой) производимой продукции в момент времени  $t$ ;

$g_G(t)$  – коэффициент оценки влияния законодательного и монопольного фактора на транспортные расходы на момент времени  $t$ ;

$D(t)$  – текущий валовый доход от освоения территории лесного фонда по периодам времени  $t$ , скорректированный на влияние рискообразующих факторов  $B$ , руб.

Планируемые суммарные затраты (максимально допустимые затраты, связанные с лесозаготовками, лесовосстановлением, строительством и эксплуатацией ТСЛФ за период освоения территории лесного фонда) определяются выражением

$$S = \sum_{t=0}^T \frac{(\Pi_3 + \Pi_B + P'_{ij} \cdot \Delta t(t))}{(1+e)^t} \cdot \left(1 + \frac{1}{(1+e)^T}\right) + \sum_{t=0}^T \mathcal{E}(t) \rightarrow \min, \quad (4)$$

где  $\Pi_3$  – приведенные затраты на создание и эксплуатацию ТСЛФ, руб.;

$\Pi_B$  – нормативные затраты на воспроизводство, охрану и защиту лесов, гарантирующие их восстановление на вырубках, выращивание до возраста зрелости, охрану и защиту, руб.;

$P'_{ij}$  – омертвление актива лесного хозяйства (нереализация) от неосвоения территории лесного фонда ввиду отсутствия ЛДС, на 1 м<sup>3</sup> (гектар, выдел, м<sup>2</sup>) в момент времени  $t$ , руб.;

$\Delta t$  – период неосвоения территории лесного фонда.

При реализации предложенной нами математической модели оценки эффективности ТСЛФ следует учитывать следующие ограничения

1. Окупаемость проекта планирования ТСЛФ:

$$\sum_{t=0}^T \frac{(\Pi_3 + \Pi_B + P'_{ij} \cdot \Delta t(t))}{(1+e)^t} \left(1 + \frac{1}{(1+e)^T}\right) + \sum_{t=0}^T \mathcal{E}(t) \leq \Pi_{\max}, \quad (5)$$

где  $\Pi_{\max}$  – финансовые возможности предприятия.

2. Расстояние между  $i$ -м лесным участком и  $j$ -м складом сырья (согласно источнику [4], эффективное плечо вывозки лесного ресурса от  $i$ -го лесного участка до  $j$ -го склада сырья не должно превышать 120 км), определяющее транспортную доступность лесоучастков:

$$L_{ij} \leq 120, \quad (6)$$

где  $L_{ij}$  – расстояние между  $i$ -м лесным участком и  $j$ -м складом сырья, км.

3. Естественную неотрицательность грузопотоков:

$$Q_{ijk}(t) \geq 0, \quad i = 1, \dots, m; \quad j = 1, \dots, n; \quad t = 0, \dots, T; \quad k = 1, \dots, K. \quad (7)$$

4. Требование непрерывного, неистощимого лесопользования с учетом влияния рискообразующих факторов:

$$\begin{aligned} & \sum_{t=0}^T \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^K \sum_{l=1}^L ((Q_{ijk}(1 - g_w)(t + 1)l [C_i(1 \pm g_b) + \\ & + C_{ij}^{\text{TP}}(1 \pm g_G)](t + 1)l - \Pi_3(t + 1)l - \Pi_B(t + 1)l - P'_{ij}\Delta t(t + 1)l) - \\ & - \sum_{t=0}^T \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^K \sum_{l=1}^L ((Q_{ijk}(1 - g_w)(t)l [C_i(1 \pm g_b) + C_{ij}^{\text{TP}}(1 \pm \\ & \pm g_G)](t)l - \Pi_3(t)l - \Pi_B(t)l - P'_{ij}\Delta t(t)l) \geq 0, \quad l = 1, \dots, L, \end{aligned} \quad (8)$$

где  $l$  – номер хозяйственной секции (породы).

В заключение можно отметить, что с учетом краткосрочности прогнозирования эффективности функционирования лесотранспортных систем итоговый функционал (1)–(8) должен корректироваться на влияние риск-образующих факторов  $E(t)$  каждый период времени  $t$ .

### *Библиографический список*

1. От переходного периода к трансформации: устойчивое и всеобъемлющее развитие в Европе и Центральной Азии // Докл. Европ. экон. комиссии ООН. – Нью-Йорк: Женева, 2012. – 156 с.
2. Broman G. I. and Robert K.-H. A framework for strategic sustainable development // Journal of Cleaner Production. – 2017. – Vol. 140. – P. 17-31.
3. Ковалев Р. Н., Гуров С. В. Планирование транспортных систем лесных предприятий в условиях многоцелевого лесопользования: моногр. – Екатеринбург, 1996. – 250 с.
4. Ковязин В. Ф., Романчиков А. Ю. Проблема кадастровой оценки лесных земель с учетом инфраструктуры лесного фонда // Записки Горного института. – СПб, 2018. – Т. 229. – С. 98–104.
5. Тыртышный Н. Н. Управление логистическими рисками при перевозке грузов морским транспортом: дис. ... канд. экон. наук / Н. Н. Тыртышный. – Ростов-н/Д, 2013.

УДК 625.711.84

И. Н. Кручинин, Я. И. Абрамов  
(I. N. Kruchinin, Y. I. Abramov)  
УГЛТУ, Екатеринбург  
(USFEU, Yekaterinburg)

### **ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ПРОЕКТИРОВАНИИ ЛЕСНЫХ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ (INFORMATION TECHNOLOGY IN THE DESIGN OF FOREST AUTOMOBILE ROADS)**

*В представленной работе выполнен анализ современных методов и программных средств проектирования лесовозных дорог. Предложены достаточно развитые программные продукты и методы моделирования и оптимизации, которые могут эффективно использоваться для проектирования лесных лесовозных дорог.*

*In the presented work, the analysis of modern methods and software for the design of forest roads is carried out. Sufficiently developed software products*

*and methods of modeling and optimization which can be effectively used for the design of forest roads are proposed.*

Одним из основных элементов функционирования лесной отрасли при освоении лесосырьевых баз служит транспортная инфраструктура. Значимость этого элемента отмечена в стратегии развития лесного комплекса РФ на период до 2030 г., где предусмотрен ряд мероприятий, обеспечивающих дальнейшее развитие транспортной инфраструктуры:

- внедрение новых современных технологий при строительстве лесных дорог и иной инфраструктуры;
- совершенствование правил и нормативов в отношении защитных лесов для обеспечения сырьем локальных рынков и существующих производств [1].

Развитие сети лесовозных дорог необходимо не только для повышения доступности лесных ресурсов, повышения экономической эффективности предприятий, но и для повышения уровня лесопожарной безопасности лесов. В настоящее время в области информационных технологий создано много программных средств, которые предназначены или могут использоваться для проектирования автомобильных дорог. Поскольку каждый программный продукт имеет свои функциональные возможности, то для практики проектирования, а также для учебного процесса будут полезны соответствующий анализ и рекомендации по использованию программ с учетом специфики решаемых задач. Также актуальной является проблема наиболее эффективного использования теоретических подходов и методов моделирования в дорожном строительстве.

**Целью** настоящей работы является анализ возможностей специализированных компьютерных средств и современных методов моделирования при проектировании лесных лесовозных дорог.

Традиционные методы проектирования лесных дорог состоят из подготовительного этапа, сбора, обработки картографических и инженерно-геологических материалов, на основании которых составляется схема освоения лесного массива, производятся трассирование и обоснование вариантов трассы. При этом используется традиционное геодезическое и инженерно-геологическое оборудование, обеспечивающее изыскания лесных дорог в полосе шириной не более пятидесяти метров. Информация, полученная таким образом, не позволяет достаточно точно найти оптимальное расположения проектируемой трассы лесовозной дороги.

В настоящее время на базе информационных технологий происходит интенсивное создание и внедрение новых методов, построенных на сборе информации с использованием аэроизысканий, стереофотограмметрии и электронной тахеометрии, направленных на получение исходной топогео-

дезической и инженерно-геологической информации в пределах полосы варьирования трассы для разработки проекта дороги [2].

Например, программный комплекс Autodesk InfraWorks [2]. Программа создает модель местности на основе данных, подгружаемых из открытых источников. Аэроснимки со спутников загружаются из системы Microsoft Bing Maps и накладываются на рельеф. Данные о водных ресурсах, дорогах загружаются из базы OpenStreetMap. Это позволяет проектировать при недостаточности исходных данных, например, даже при отсутствии основных данных о существующем рельефе местности.

Наиболее эффективным можно считать концептуальное проектирование, которое позволяет произвести анализ моделей. Созданная модель определяет информацию о высотных отметках рельефа, уклонах, позволяет реализовать анализ территории на подтопление, а также собрать и обработать статистику по рельефу об объемах насыпи земляного полотна, объемах выемки грунта, а в результате оптимизировать проект производства работ или повысить эффективность принятия решений. Благодаря использованию на таком уровне информационных технологий появляются более обоснованные технико-экономические проектные решения. Также большим преимуществом в этом случае является дальнейшая передача информационной базы для других процедур проектирования или в другие программные комплексы.

При развитой информационной поддержке формируется жизненный цикл модели лесной дороги в следующем виде:

- 1 – этап планирования и анализа. На этом этапе формируются и определяются требуемые технические характеристики лесотранспортной сети;
- 2 – этап проектирование объекта. При проектировании лесотранспортной сети определяются конструктивные параметры лесных дорог, рассчитываются технико-экономические показатели функционирования сети;
- 3 – этап строительства лесных дорог, напрямую зависит от метода проектирования лесотранспортной сети;
- 4 – этап эксплуатации объекта. Конечный этап жизни модели.

В процессе эксплуатации лесотранспортной сети перед системой управления встает целый ряд задач, например задачи инвентаризации и паспортизации лесных дорог, задачи оценки изменения их транспортно-эксплуатационного состояния. Данный класс задач является базовым в управлении дорожными сетями [3].

Исходя из предложенного жизненного цикла при проектировании лесных дорог, решаются следующие основные задачи:

- 1) улучшение транспортной доступности лесных дорог;
- 2) оценка экономической эффективности эксплуатации лесотранспортной сети;

3) оптимизация продольного профиля и плана трассы, за счет динамической связки в комплексном проектировании;

4) оценка распределения земляных масс: разработка, перемещение и уплотнение грунта, запасы материалов для строительства, затраты на земляные работы.

Для их решений применяется моделирование лесотранспортных сетей с использованием методов многокритериальной оптимизации и пространственного анализа на базе растровых моделей:

оптимизация стоимости перевозки и планирование сети лесных дорог; оценка доступности территории с учетом способов лесозаготовки, определение уклонов дорог, размещение дороги с учетом влажности и уклонов местности, местоположения и размеров водопропускных сооружений, моделирование сети лесных дорог [4].

Таким образом, при реализации жизненного цикла лесных дорог становится необходимым использование технологии информационного моделирования.

Информационное моделирование Building Information Model (BIM) – комплексное проектирование, включающее функциональные характеристики объектов. Это ресурс информации об объекте на протяжении всего его жизненного цикла от предпроектных работ до полной реконструкции дороги.

Информационное моделирование включает использование различных систем автоматизированного проектирования (САПР) и геоинформационных систем (ГИС). САПР формирует технологическую, конструктивную и экономическую части, а ГИС-системы позволяют обращаться к этой информации.

Информационное моделирование выявляет ошибки в проекте на ранних стадиях, повышая качество проектной и рабочей документации. Сохранение накопленной информации упрощает работу с объектом с самого начала предпроектных работ [5]. С помощью BIM-технологий информация о проектируемом объекте объединяется в единую базу данных.

Информационное моделирование позволяет произвести оцифровку всей лесной транспортной инфраструктуры и решает такие задачи:

- транспортное освоения лесных участков;
- система управления лесными дорогами;
- повышение уровня лесопожарной безопасности лесов;
- повышение экономической эффективности лесопромышленных предприятий;
- моделирование и оптимизация трасс лесных дорог для долгосрочного планирования лесопользования;
- моделирование и оптимизация набора лесосек в рубку в соответствии с действующими нормативами.

Лесная лесовозная дорога – это многофункциональный объект, при строительстве которого необходимо учитывать требования как других отраслей, так и запросы населения, что требует выработки долгосрочной стратегии и плана развития лесотранспортных сетей регионов.

В заключение можно отметить следующее.

Согласно стратегии развития лесного комплекса, для реализации поставленных задач в настоящее время требуется использовать современные методы проектирования лесных дорог. Достаточно развитой является система IndorCAD как программный продукт российской компании «ИндорСофт» для сопровождения этапа проектирования объекта инфраструктуры в рамках жизненного цикла объекта. Возможности системы реализуют концепцию информационного моделирования, позволяющую в процессе проектирования создавать не только совокупность конструкторской документации и описаний будущего объекта строительства, но и информационную модель, которая выступает в качестве общего ресурса данных и получения информации об объекте, обеспечивая принятие оптимальных решений при проектировании лесных дорог.

#### *Библиографический список*

1. Стратегия развития лесного комплекса Российской Федерации до 2030 года. – М., 2018. – 40 с.
2. Баранов А. Н. Теоретические основы проектирования и эксплуатации лесовозных дорог: учеб. пособие. – Красноярск: СибГТУ, 2012. – 169 с.
3. Шошина К. В., Гурьев А. Т., Алешко Р. А. Анализ жизненного цикла лесных дорог // Молодой ученый. – 2015. – № 13.1 (93.1). – С. 33–35. – URL: <https://moluch.ru/archive/93/20841/> (дата обращения: 18.09.2020).
4. Громская Л. Я., Симоненков М. В. Современное состояние моделирования и оптимизации лесных дорог // Известия вузов. Лесной журнал. – 2016. – №5 (353). – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sovremennoe-sostoyanie-modelirovaniya-i-optimizatsii-lesnyh-dorog> (дата обращения: 20.09.2020).
5. Леконцева Д. Д., Кавыева И. А. Применение BIM-технологии в транспортном строительстве // Современные направления в проектировании, строительстве, ремонте и содержании транспортных сооружений: матер. II Междунар. студ. конф. Секция 1: Современные направления в проектировании и строительстве транспортных сооружений. – Минск: БНТУ, 2018. – С. 35-38.

УДК 630.65

М. Н. Салихова  
(M. N. Salikhova)  
УрГАУ, Екатеринбург  
(Ural SAU, Yekaterinburg)  
С. В. Ляхов  
(S. V. Lyakhov)  
УГЛТУ, Екатеринбург  
(USFEU, Yekaterinburg)

**ЦИФРОВИЗАЦИЯ ЛЕСОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА  
НА ОСНОВЕ ТЕХНОЛОГИИ ЦИФРОВЫХ ДВОЙНИКОВ  
(DIGITALIZATION OF THE FOREST INDUSTRIAL COMPLEX  
BASED ON "DIGITAL TWIN TECHNOLOGIES")**

*Приведены данные, подтверждающие значимую, ключевую роль лесопромышленного комплекса в мировой экономике. Чтобы в дальнейшем продолжать эффективную стратегию ведения лесного хозяйства, актуальным на сегодняшний день становится применение цифровых технологий – цифровых двойников. Проработаны два альтернативных сценария развития лесопромышленного комплекса. Рассмотрены понятие и концепция «цифровой двойник», положительные аспекты при применении цифрового двойника.*

*The article provides data confirming the significant, key role of the forestry complex in the global economy, in order to further continue an effective forestry strategy, the use of digital technologies – digital twins – is becoming relevant today. Two alternative scenarios for the development of the timber industry complex have been worked out. The concept and concept of «digital twin» and the positive aspects of its use are considered.*

Визуализация физического объекта с помощью применения цифрового двойника используется примерно тридцать лет, однако в последнее время в связи с глобальной цифровизацией промышленных предприятий наметился рост в развитии и применении данной технологии. Также и лесопромышленный комплекс начал новые разработки на перспективу с использованием цифровых технологий в лесопользовании, лесовосстановлении.

Россия обладает самой большой площадью лесов в мире, поэтому существует необходимость учета и понимания эффективности использования лесного потенциала. По статистическим данным Росстата, доля экспорта лесопромышленного комплекса находится на шестом месте



в структуре российского экспорта и играет ключевую роль в мировой экономике, являясь экономически устойчивой отраслью, которая удовлетворяет внутренний спрос и сохраняет конкурентоспособность на мировом рынке.

На 2019 г. индекс производства, по данным Росстата, по деревообработке составил 105,3 % к 2018 г., в целлюлозно-бумажной отрасли – 103,6 % [1], показывая тем самым достаточно высокую динамику роста. Экспорт пиломатериалов в 2019 г. вырос до 33,3 млн м<sup>3</sup>, фанеры – до 2744 тыс. м<sup>3</sup>, древесных плит – до 161,9 млн м<sup>2</sup> (902 тыс. т), бумаги и картона – до 3,23 млн т (рис. 1–4).

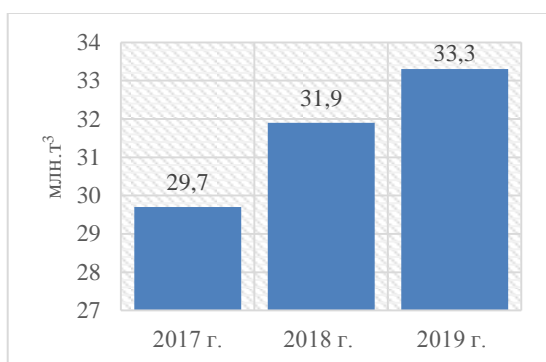


Рис. 1. Экспорт пиломатериалов, млн т<sup>3</sup>

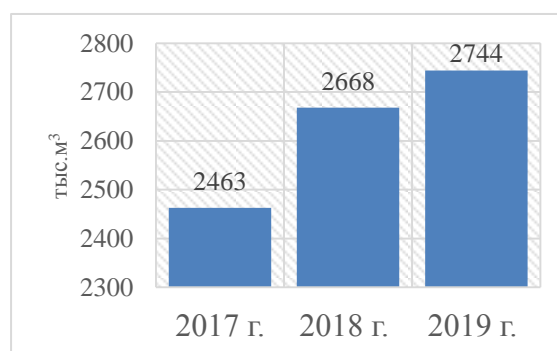


Рис. 2. Экспорт фанеры, тыс. м<sup>3</sup>

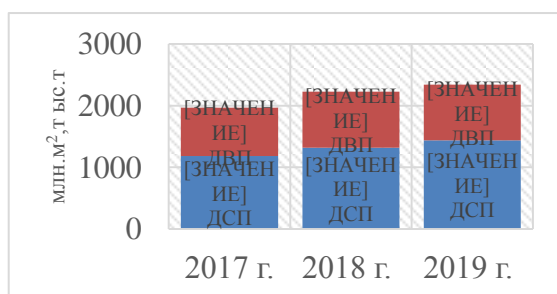


Рис. 3. Экспорт древесных плит, млн м<sup>2</sup>, тыс. т

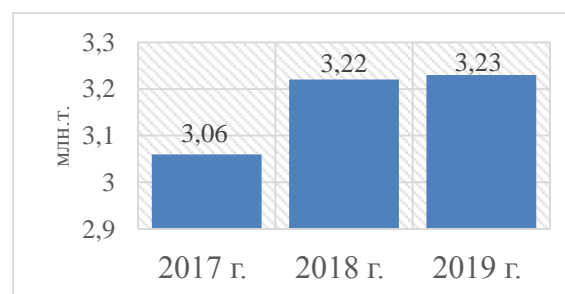


Рис. 4. Экспорт бумаги и картона, млн т

Данные в очередной раз подтверждают значимую, ключевую роль лесопромышленного комплекса в мировой экономике. И чтобы в дальнейшем продолжать эффективную стратегию ведения лесного хозяйства, актуальным на сегодняшний день становится применение цифровых технологий – цифровых двойников.

Цифровые двойники – это технология создания гибкой модели, которая позволяет совершенствовать работу реального объекта, изделия, производственного оборудования, системы, процесса. Исследуя на цифровых двойниках существующую производственную технологию, можно моделировать самые разные ситуации, которые могут возникнуть

на производстве, тем самым подбирать оптимальные сценарии процессов, избегать сбоев и аварийных ситуаций. Применение цифрового двойника позволяет производителям оперативно отслеживать состояние объектов, прогнозировать потенциал развития и улучшать выпускаемую продукцию.

В Указе Президента Российской Федерации от 21.07.2020 г. №474 «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года» одной из целей обозначена цифровая трансформация [1]. Переход к цифровой промышленности – одна из основных задач цифровой трансформации. Основой для такой трансформации будет переход к цифровому проектированию и моделированию.

В документе о стратегии развития лесопромышленного комплекса Свердловской области на период до 2020 г., разработанном в соответствии с Концепцией долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2020 г., утвержденном распоряжением Правительства РФ от 17.11.2008 г. № 1662-р и постановлением правительства Свердловской области от 27.08.2008 г., проработаны два альтернативных сценария развития [2]:

- инерционный;
- инновационный.

По инерционному сценарию основное развитие лесной промышленности должно проходить путем частичной модернизации, реконструкции, технического перевооружения и создания дополнительных производств или внедрения технологий на действующем предприятии. Повышение объема производства планируется за счет полного использования мощностей предприятий лесного комплекса, при этом нужно учесть то, что при таком сценарии невозможно добиться существенного повышения конкурентоспособности.

По инновационному сценарию основное развитие лесной промышленности должно проходить под действием масштабной технологической модернизации действующих производств. Технологическая модернизация по инновационному сценарию подразумевает:

- привлечение инвестиций в восстановление регионального лесного машиностроения и ремонтно-сервисной службы, строительство новых деревообрабатывающих предприятий;
- привлечение инновационного интереса к созданию, освоению производства новой высокотехнологичной продукции под современные условия и требования научно-технического прогресса.

Инновационный сценарий на сегодняшний день является безальтернативно перспективным с экономической точки зрения. При его использовании прогнозируется относительно высокий и стабильный экономический рост за счет выбора приоритетного направления производства и внедрения на нем прогрессивной технологии, а именно цифровизации производства.

Понятие и концепция «цифровой двойник» была предложена в 2002 г. профессором Мичиганского университета Майклом Гривзом. Цифровой двойник представляет динамическую виртуальную модель системы, продукта, процесса (рис. 5) [3].

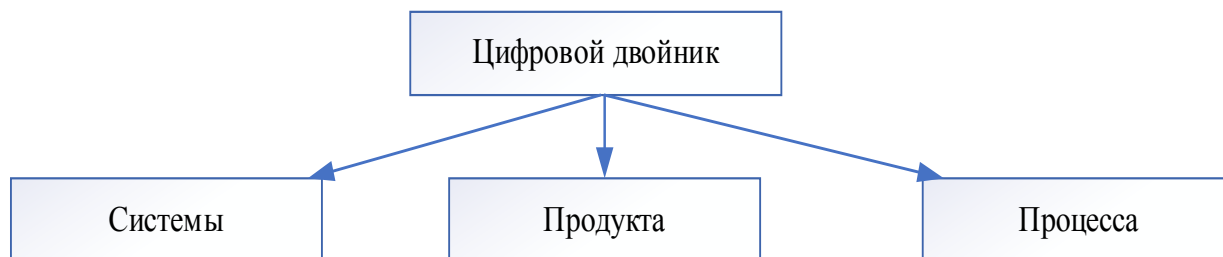


Рис. 5. Типы «цифровых двойников»

Цифровой двойник продукта – виртуальная модель для конкретного изделия. Данная модель используется перед настройкой производственной линии, для анализа работы продукта под воздействием различных факторов, предотвращения возможных рисков и потерь. Такую модель можно развивать и модернизировать для создания более эффективного продукта. Конечным результатом служит значительное уменьшение производственных затрат при выходе на рынок и качественное улучшение выпускаемого продукта.

Цифровой двойник процесса – модель, при которой вырабатывается наиболее эффективная стратегия производства. Задаются различные сценарии для виртуального производственного процесса, проигрывая которые, можно понять, что произойдет при различных ситуациях. При применении данного типа цифровых двойников производство становится безопаснее, эффективнее, при выполнении своевременных профилактических мероприятий уменьшаются затраты на простои.

Цифровой двойник системы – виртуальная модель всей системы целиком, содержащая максимальный объем данных о продукте производства, устройствах, производящих продукт в системе, и служащая для определения бизнес-возможностей при оптимизации всего процесса.

На сегодняшний день в связи с быстрорастущей популярностью Интернета вещей концепция «цифровой двойник» претерпевает существенную эволюцию. Положительная динамика прослеживается в развитии таких вещей, как технологические, антропогенные, живые системы. Такое сочетание дает возможность представлять систему, в которую входят не только технологические производственные комплексы, но и окружающая среда. Взаимодействие с такой системой должно стать неотъемлемой частью цифрового двойника, в частности лесного сектора.

По мере объединения систем способность цифровых двойников решать сложные задачи возрастает. На текущий момент времени экспертами выделены три типа двойников:

- цифровые двойники-прототипы (Digital Twin Prototype, DTP);
- цифровые двойники-экземпляры (Digital Twin Instance, DTI);
- агрегированные двойники (Digital Twin Aggregate, DTA).

DTP (прототип) – виртуальный аналог, характеризующий некоторый физический объект по имеющейся информации, содержащей описание, требования, параметры и т. д.

DTI (экземпляр) – двойник на весь жизненный цикл некоторого физического объекта. Такой двойник обычно содержит аннотированную трехмерную модель (3D-модель) с характерными параметрами, данными, относящимися к условиям эксплуатации, истории, прогнозируемому состоянию объекта и др.

DTA (агрегированный двойник) определяется как стандартная вычислительная система, объединяющая все цифровые двойники и их реальные прототипы, собирает и обменивается данными.

По прогнозу аналитиков Gartner на 2021 г., более 50 % крупных промышленных предприятий планируют использование цифровых двойников, результатом этих действий должно стать увеличение эффективности этих организаций до 10 % [3, 4].

Итак, цифровизация позволит лесопромышленному комплексу:

- снизить издержки на производство, так как внедрение «цифровых двойников» позволяет выявлять и устранять риски при выводе продукта на рынок;
- повысить эффективность и снизить время разработки, тем самым сократить время выхода продукта на рынок;
- спрогнозировать состояние оборудования и обосновать стратегию обслуживания, тем самым сделать производство более надежным и устойчивым.

На сегодняшний день в реалиях четвертой промышленной революции благодаря цифровизации мы получаем принципиально новые предприятия XXI в. Применение технологии цифровых двойников в лесопромышленном комплексе позволяет реализовать принципиально новый уровень технического совершенства производства, поэтому ее развитие и внедрение является чрезвычайно актуальной научной и практической задачей.

#### *Библиографический список*

1. Указ Президента Российской Федерации от 21.07.2020 № 474 «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 г.» – URL: <http://publication.pravo.gov.ru/> (дата обращения: 05.10.2020).

2. Стратегия развития лесопромышленного комплекса Свердловской области на период до 2020 года. – URL: <http://economy.midural.ru> (дата обращения: 05.10.2020).

3. Grieves M. Digital Twin: Manufacturing Excellence through Virtual Factory Replication; A White Paper. – LLC: Melbourne, FL, USA, 2014.

4. Matthews, S. Designing Better Machines: The Evolution of the Digital Twin Explained; Keynote Delivered at Hannover Messe. – Hanover, Germany, 2018.

УДК 338

М. Н. Салихова

(M. N. Salikhova)

УГЛТУ, Екатеринбург

(USFEU, Yekaterinburg)

В. В. Побединский, С. В. Ляхов

(V. V. Pobedinskiy, S. V. Lyakhov)

УрГАУ, Екатеринбург

(Ural SAU, Yekaterinburg)

## **РАЗВИТИЕ ПРИМЕНЕНИЯ АДДИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ (DEVELOPMENT OF ADDITIVE TECHNOLOGIES APPLICATION)**

*Рассмотрены понятие и разновидности аддитивных технологий (АТ), а также приводятся данные по областям применения 3D-печати промышленными компаниями в мире. Представлены показатели использования 3D-печати в различных направлениях, таких как научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы (НИОКР), проектирование, производство, технологические отделы, техническое обслуживание. Рассмотрены положительные моменты и недостатки в использовании АТ в области машиностроения.*

*The article discusses the concept and varieties of additive technologies (AT), and also provides data on the areas of 3D- printing application by industrial companies worldwide. The 3D- printing use indices in such various areas as Research and Development (R&D), design, production, technological departments, maintenance are presented. The positive aspects and disadvantages of the AT use in the field of mechanical engineering are considered.*

В настоящее время совершенствование цифровых технологий происходит на базе развития технологических процессов. Один из таких процессов – аддитивные технологии (АТ).

Поскольку такие технологии являются принципиально новыми, то для их совершенствования, а также внедрения в сферу образования, науку, производство необходимы соответствующие аналитические обзоры, которые позволят обоснованно выбирать дальнейшие направления их развития [1].

Аддитивные технологии (АТ) – это новое технологическое явление, совершающее переворот в промышленности, влияющее на экономику и общество в целом.

Аддитивное производство (Additive Manufacturing) – это изготовление изделия с помощью послойного создания, т. е. поэтапное добавление материала на основу, такой процесс еще называют «выращиванием» [2].

Основоположником такого изобретения стал Чарльзу Халлу, который в 1986 г. сконструировал первый трехмерный принтер.

На сегодняшний день прогнозы мировых аналитиков сбываются, отслеживается значительный рост использования всех типов применяемых материалов для 3D-печати, например данные по использованию металлов на 2019 г. показывают прирост на 42 %, также прослеживается динамика роста количества производителей промышленных систем аддитивного производства: на сегодняшний день насчитывается 177 предприятий по всему миру [3].

Внедрение аддитивных технологий в Европе и на Ближнем Востоке происходит медленнее, чем в странах Северной Америки. Основную ставку в этих странах делают на использование 3D-печати на основе лазерных технологий, которые используются в промышленной и судостроительной отраслях. Лидерами являются США, Германия, Великобритания, Япония и другие, которые в совокупности контролируют более 50 % мирового рынка аддитивного производства и в долгосрочной перспективе будут отстаивать свое первенство.

По ежегодному отчету компании Sculpteo о состоянии отрасли 3D-печати, основанном на годовом опросе более тысячи директоров, руководителей, технических специалистов и т.д. по всему миру, можно провести анализ и сделать следующие выводы. 3D-печать для прототипирования, как и в 2017 г., используется наиболее часто при изготовлении изделия (рис. 1). Прототипирование является ранним видом АТ и первоначально вместо названия АТ использовался термин «быстрое прототипирование» (rapid prototyping) для визуализации моделей при предварительной подготовке с целью проверки проектных расчетов, доработки или утверждения опытного образца перед производством.

На рис. 2 приведены показатели использования 3D-печати, где наблюдается спад по таким подразделениям, как научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы (НИОКР), проектирование, и незначительный рост в областях производство, технологические отделы, техническое обслуживание.

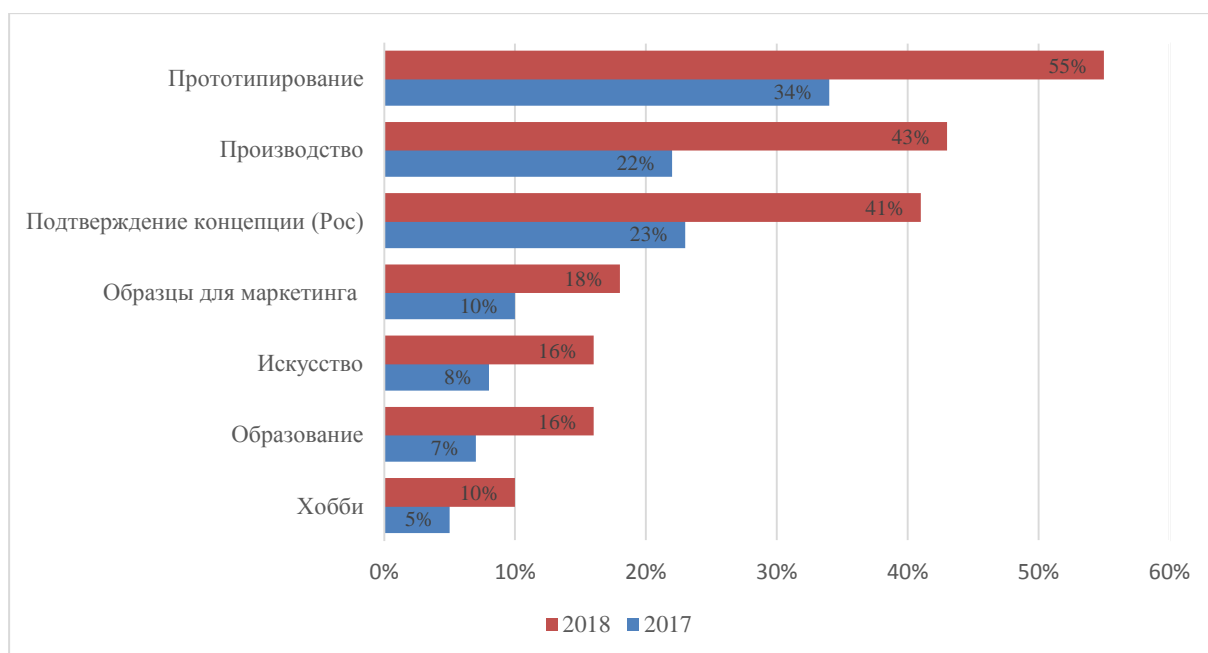


Рис. 1. Области применения 3D-печати промышленных компаний в мире, 2017–2018 гг.

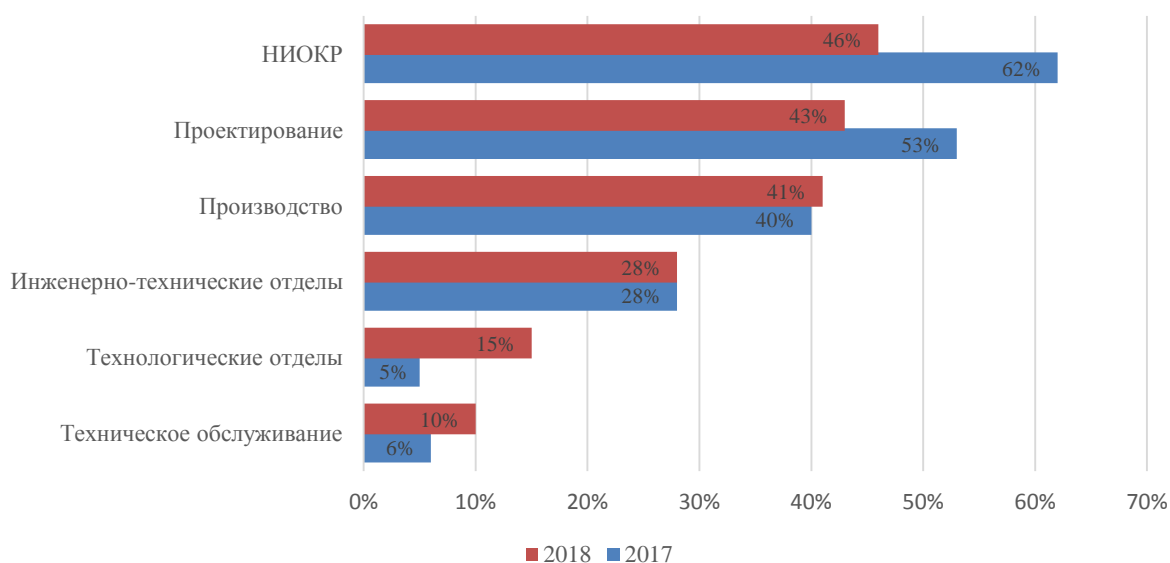


Рис. 2. Показатели использования 3D-печати подразделениями в сравнении на 2017–2018 гг.

Рынок на 2020 г. 3D-печати находится в самом начале подъема, разработчики пробуют применить технологию в разных отраслях, при этом совершенствуя ПО, материалы, используемое оборудование, процессы, номенклатуру печатаемой продукции.

По прогнозу мировых производственных лидеров и экспертов, которые уже на данный момент используют 2/3 АТ при изготовлении своей продукции, на 2030 г. 2/3 всей изготавливаемой продукции в мире будет

производиться при применении АТ. И это подтверждается темпами роста на мировом рынке, которые составляют 15 %. При сохранении CAGR (Compound annual growth rate) на этом уровне к 2025 г. объем рынка увеличится с текущих \$5,31 млрд до \$21,5 млрд.

Также по прогнозу аналитиков, 51 % рынка будет приходиться на авиационную промышленность, сферу здравоохранения и автомобилестроение. Отрасли, в которых в 2025 г. будет наиболее заметно использование технологий аддитивного производства, показаны на рис. 3.

Следует отметить опыт КНР, в которой широко применяется 3D-печать для массового производства в области промышленности. И реальность такова, что АТ приводят к снижению стоимости производства, тем самым позволяют странам в ближайшие годы наращивать объемы выпускаемой продукции.

Специалисты данной области непрерывно исследуют и расширяют номенклатуру материалов, адаптированных под АТ, совершенствуют оборудование, предлагают современный технологический процесс.

В настоящее время отмечается повышенное внимание к 3D-печати со стороны автомобилестроительной отрасли, растут инвестиции.

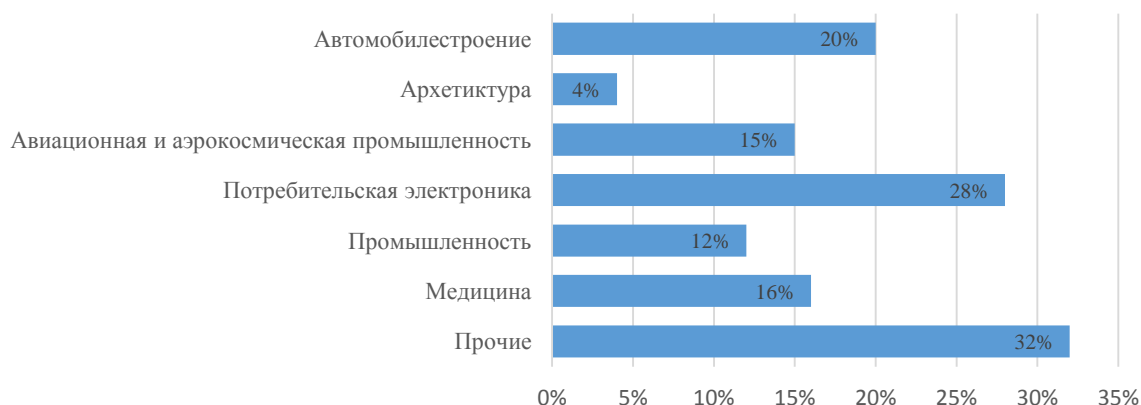


Рис. 3. Структура прогноза рынка аддитивных технологий на 2025 г. по направлениям использования

В области машиностроения АТ заменяют традиционную технологию обработки резанием, основу которой составляло последовательное снятие стружки – так называемый принцип «вытачивания» – за несколько различных операций, таких как фрезерная, токарная, шлифовальная, сверлильная и т.д., начиная с заготовки и заканчивая готовым изделием [4]. Основой же АТ является выполнение изделия на одном рабочем месте без перемещения предмета труда, что влияет на снижение таких показателей, как потребляемая энергия, производственная площадь, время на переналадку



оборудования. Появляется возможность детально продумать и более качественно наладить производство.

Недостатком АТ в данной отрасли является завышенная цена отдельных компонентов и материалов, наличие внутренних пор в изделии, недопустимая шероховатость поверхности при обработке, что требует дополнительных операций полировки, шлифовки. При создании сложных, уникальных изделий трудоемкость работы сопоставима с трудоемкостью изготовления оборудования, а это колоссальный труд.

Постоянное совершенствование АТ – вот к чему стремятся страны всего мира, и представленная классификация видов АТ (рис. 4) в скором времени потребует изменения.

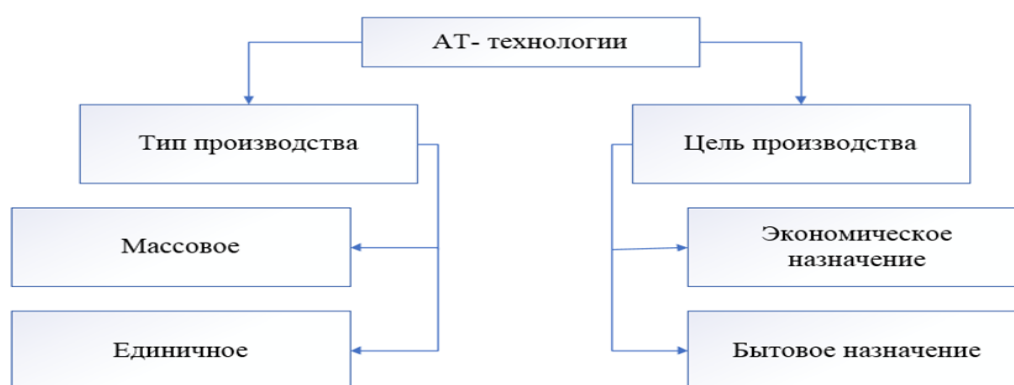


Рис. 4. Классификация направлений АТ-технологий

В заключение можно отметить следующее.

1. Аддитивные технологии являются стремительно развивающимися и охватывают все больше направлений деятельности человека.
2. Несмотря на очевидный эффект, аддитивные технологии на сегодняшний день не могут заменить традиционное производство, поэтому две технологии – традиционные и аддитивные – в ближайшее десятилетие будут дополнять друг друга.

#### *Библиографический список*

1. Аддитивные технологии в России: уникальные разработки, рынок сбыта и господдержка // Innoprom.com: офиц.сайт Иннопрома. – URL: <http://www.innoprom.com> (дата обращения: 12.10.2020).
2. Global Additive Manufacturing Market, Forecast to 2025. – Frost & Sullivan, 2016. – 61 с.
3. Хабр: как рынок 3D-печати рос в 2018 году и что это значит для бизнеса. – URL: [https://habr.com/ru/company/iqb\\_technologies](https://habr.com/ru/company/iqb_technologies) (дата обращения: 13.10.2020).

4. Зленко М. А., Нагайцев М. В., Довбыш В. М. Аддитивные технологии в машиностроении: пособие для инженеров. – М.: ГНЦ РФ ФГУП «НАМИ», 2015. – 220 с.

УДК 378.1

А. В.Шустов  
(A. V. Shustov)  
УГЛТУ, Екатеринбург  
(USFEU, Yekaterinburg)

# **ЦИФРОВИЗАЦИЯ В ВОССТАНОВЛЕНИИ ЭКОНОМИКИ И СФЕРЕ ОБРАЗОВАНИЯ** (DIGITALIZATION IN ECONOMIC RECOVERY AND THE SPHERE OF EDUCATION)

*Рассмотрена роль цифровизации как основного фактора в восстановлении экономики и высшем образовании. На основе анализа системных факторов и отдельных тенденций дана оценка перспектив плана Правительства РФ по восстановлению экономики и дальнейшему развитию сферы образования.*

*The role of digitalization as the main factor in economic recovery and higher education is considered. Based on the analysis of systemic factors and individual trends, an assessment of the prospects for the RF Government's plan for economic recovery and further development of the education sector is made.*

Мировая пандемия во многом нарушила ход выполнения национальных проектов в Российской Федерации, особенно в области демографии, а также образования, здравоохранения, науки, культуры, строительства жилья и развития городской среды, экологии, производительности труда и поддержки занятости населения [1]. Поэтому правительство РФ вынуждено было по указанию президента весной 2020 г. разработать почти двухлетний Общенациональный план восстановления экономики [2].

План включает три этапа.

1 этап. Июнь – сентябрь 2020 г. – адаптация экономики в условиях распространения коронавируса. Этот этап уже прошел, и истрачено 4 трлн руб. из выделенных 6,4 трлн руб.

2 этап. Октябрь 2020 г. – июнь 2021 г. – восстановление экономики. Планируется рост доходов граждан и экономики не ниже 100 % к уровню 2019 г.

3 этап. Июль – декабрь 2021 г. – рост доходов и экономики. Конкретные цифры тут трудно планировать.

Как добиться поэтапного выполнения указанных задач и целей? Основная роль отводится цифровизации экономики. Предусмотрена цифровизация рынка труда за счет перехода на удаленный режим работы («удаленка»). Этот режим успешно осуществляется, например в УГЛТУ, особенно сотрудниками старше 65 лет. Предусматривается ускоренное внедрение электронного кадрового документооборота. В университете кадрово-правовое управление продвигает переход на электронные трудовые книжки. Всего план содержит не менее 500 мероприятий [2].

Помимо цифровизации отдельных отраслей: образования, здравоохранения, строительства, планируется плавный переход к принципу «Государство как цифровая платформа» [3]. Это комплексное оказание государственных услуг в цифровом виде без необходимости личного посещения различных ведомств и многофункциональных центров, внедрение электронных реестров на выданные лицензии, документы и разрешения, создание системы идентификации граждан в режиме онлайн. Сбербанк одним из первых уже внедрил обслуживание клиентов по фотографии и без паспорта.

За рубежом в Китае цифровизация и Интернет помогают в борьбе с бедностью. По данным Всемирного банка, с 2012 до 2019 г., за короткий период в 7 лет, численность бедных в Китае снизилась на 90 млн чел., уровень бедности с 10,2 % опустился до 0,6 %. Одним из новых направлений ликвидации бедности в условиях пандемии, по данным газеты «Жэньминьван», является внедрение платформ электронной коммерции для продажи сельскохозяйственной продукции из бедных районов. В России, к сожалению, бедность выросла в разы.

План в сфере образования предусматривает внедрение цифровой образовательной среды, поддержку выпускников вузов, переподготовку преподавателей, развитие высшего, среднего и дополнительного профессионального образования, опережающую подготовку по новым и востребованным профессиям, повышение роли образовательных кредитов [3]. В УГЛТУ цифровая образовательная среда, в частности, включает Электронную информационную образовательную систему (ЭИОС), корпоративную почту сотрудников, использование свободного программного обеспечения (СПО) [5], выпуск электронных изданий, сборников материалов конференций [4, 5]. Здесь можно отметить такой субъективный фактор, как то, что бывает приятно подержать в руках печатную книгу трудов своих коллег по работе. Привлекательность же образовательных кредитов сомнительна в условиях увеличения бедности населения.

В плане профессиональной подготовки также предусмотрены достаточно эффективные мероприятия. Так, например, в Уральском государственном лесотехническом университете (УГЛТУ) активно проводится работа по повышению квалификации преподавательского состава по дистан-

ционному обучению, конкретным учебным дисциплинам, охране труда, оказанию первой медицинской помощи, работе со студентами с ограниченными возможностями.

В план действий вошла и реализация программ стратегического академического лидерства в области высшей школы, грантовая поддержка молодежных проектов и инициатив. Это поле деятельности управления молодежной политикой университетов. Предусматривается усиление роли трудовых и коллективных договоров при предоставлении компенсаций, оплаты и гарантий лицам, совмещающим работу и получение среднего и высшего образования. Имеют место и трудности, например в институте заочного обучения университета УГЛТУ лишь малая часть студентов находится во время сессии в оплачиваемых отпусках. Это в основном бюджетники и работники крупных предприятий, ПАО, АО. Мелкие фирмы, торговые сети своих работников на учебу, как правило, не отпускают.

В заключение можно отметить, что анализ системных факторов и частных тенденций показывает скептическую оценку бизнес-сообществом плана правительства Российской Федерации по восстановлению экономики, но вместе с тем имеет место и настороженный оптимизм в профессиональной среде высшей инженерной школы.

#### *Библиографический список*

1. Шустов А. В. Смарт-анализ национальных проектов в области образования // 90-летний опыт и перспективы подготовки многопрофильных инженерных кадров УГЛТУ. Вклад в глобальную экологию: матер. Рос. науч.-метод. конф. с междунар. участием. – Екатеринбург, 2020. – С. 40–43.
2. Общенациональный план восстановления экономики. – URL: <http://www.economy.gov.ru> (дата обращения: 27.10.2020).
3. План восстановления экономики. – URL: <http://ria.ru/20200602/> (дата обращения: 27.10.2020).
4. Чашина В. Г. Цифровизация высшего образования современный тренд политики России // 90-летний опыт и перспективы подготовки многопрофильных инженерных кадров УГЛТУ. Вклад в глобальную экологию: матер. Рос. науч.-метод. конф. с междунар. участием. – Екатеринбург, 2020. – С. 145–148.
5. Побединский В. В., Побединский Е. В. Перспективы использования свободного программного обеспечения в учебных заведениях // 90-летний опыт и перспективы подготовки многопрофильных инженерных кадров УГЛТУ. Вклад в глобальную экологию: матер. Рос. науч.-метод. конф. с междунар. участием. – Екатеринбург, 2020. – С. 132–140.

## ЭКОЛОГИЧЕСКИ БЕЗОПАСНЫЕ И РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ

УДК 674.81

Б. Г. Бурындин, А. В. Артёмов, А. В. Савиновских  
(B. G. Buryndin, A. V. Artyomov, A. V. Savinovskih,)  
УГЛТУ, Екатеринбург  
(USFEU, Yekaterinburg)

### ОПРЕДЕЛЕНИЕ МОДУЛЯ УПРУГОСТИ ДРЕВЕСНЫХ ПЛАСТИКОВ БЕЗ ДОБАВЛЕНИЯ СВЯЗУЮЩИХ (DETERMINATION OF THE ELASTIC MODULUS WOOD PLASTICS WITHOUT RESINS)

*Предложена методика проведения определения модуля упругости при изгибе на образцах-дисках диаметром 90 мм для древесного пластика без добавления связующего.*

*A method is proposed for determining the elastic modulus during bending on samples-disks with a diameter of 90 mm for wood plastic without resins.*

Выбор материала для конкретного изделия из ДП-БС определяется в первую очередь его эксплуатационными возможностями. Основными физико-механическими характеристиками пластиков являются прочность, твердость, упругость и др. [1, 2].

Модуль упругости – одна из важнейших характеристик материала, которую необходимо знать не только при расчетах элементов конструкций на жесткость, но и в расчетах, связанных с устойчивостью, колебаниями, ударными нагрузками, при определении остаточных и температурных нагрузений и во многих других случаях (модуль упругости может быть использован даже при оценке износостойкости материала).

Сущность метода заключается в определении модуля упругости при изгибе на плоских образцах-дисках. Модуль упругости при изгибе дисков определяется по результатам замера прогиба образцов.

Цель данного исследования – определение нагрузки  $P$  и радиуса  $r$  при принятых размерах испытываемого диска-образца диаметром 90 мм и толщиной 2 мм. При этом образец должен не разрушиться, а прогиб должен быть в пределах 0,5–2,0 МПа [3].

В процессе испытаний образцов-дисков на прогиб производилось изменение радиуса опоры  $r$ , принимая его равным 35 мм и 40 мм. Изменялась также нагрузка  $P$  в пределах от 5 до 50 Н.

Для отработки методики определения модуля упругости при изгибе на образцах-дисках диаметром 90 мм была изготовлена серия образцов из

опилок сосны с гранулометрическим составом  $0,7 \div 0,4$  мм. Влажность пресс-материала варьировалась от 6,3 до 7,0 %.

Прессование образцов-дисков производилось в следующих условиях:

- температура прессования – 175–180 °С;
- давление прессования – 25 МПа;
- продолжительность прессования – 10 мин.;
- продолжительность охлаждения под давлением – 10 мин.;
- продолжительность кондиционирования образцов – 24 часа.

После кондиционирования, отпрессованные образцы были перенесены в приспособление для замера прогиба под нагрузкой. Прогиб образцов измерялся по одному разу с каждой стороны диска. По двум измерениям определялось среднее значение прогиба.

По полученным значениям нагрузки  $P$ , прогиба  $w$  и толщины  $h$  образца рассчитывался модуль упругости [3].

С целью определения влияния диаметра опоры на модуль упругости, диаметр опоры принимался 7 и 8 см (рис. 1)

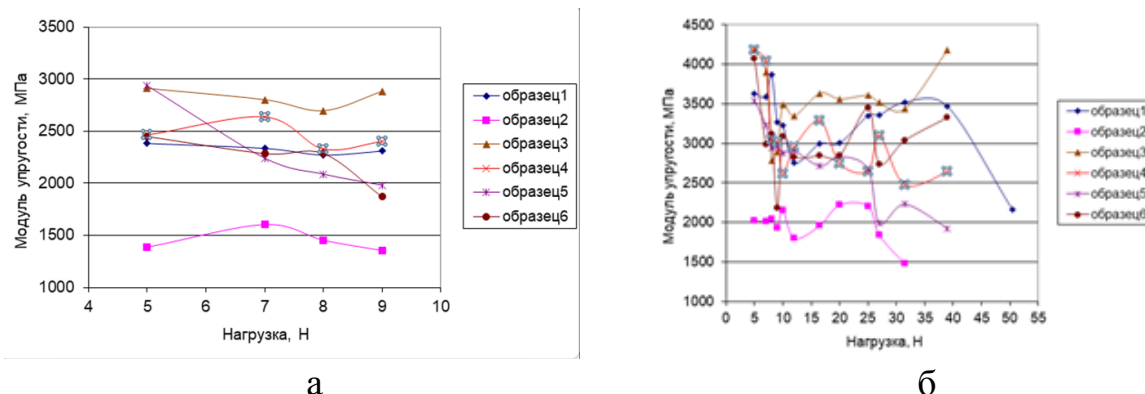


Рис. 1. Зависимость модуля упругости от нагрузки при диаметре опоры:  
а – 7 см, б – 8 см

На основании рис. 1 можно сделать вывод, что при нагрузках менее 10 Н модуль упругости нестабилен – резко снижается и повышается. В диапазоне нагрузок от 10 до 20 Н свойства становятся более стабильными.

Для определения влияния нагрузки на модуль упругости нагрузка изменялась в пределах от 5 до 50,5 Н (рис. 2).

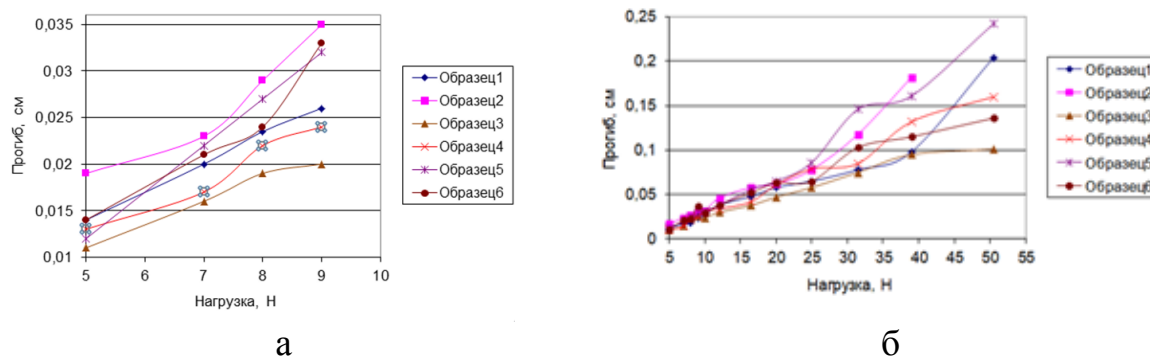


Рис. 2. Зависимость прогиба от нагрузки при диаметре опоры:  
а – 7 см, б – 8 см

На основании рис. 2 можно сделать вывод, что при нагрузках менее 10 Н прогиб диска незначителен. В диапазоне нагрузок от 10 до 20 Н прогиб образцов становится стабильнее. После 20 Н прогиб резко возрастает.

Проведенный анализ полученных данных между модулем упругости образцов ДП-БС, нагрузкой и радиусом опоры позволяет сделать следующие выводы.

1. Для определения модуля упругости на образцах-дисках диаметром 90 мм и толщиной 2 мм нагрузку  $P$  следует принимать равную 20 Н. Выбор такой нагрузки объясним относительной стабильностью свойств образцов в этом диапазоне.

2. Для определения модуля упругости на образцах-дисках диаметром 90 мм и толщиной 2 мм радиус кольцевой опоры  $r$  следует принимать равным 80 мм. Выбор такого радиуса объясним наиболее оптимальным прогибом образцов-дисков.

3. При увеличении диаметра опоры с 7 до 8 см модуль упругости при изгибе увеличился в среднем на 878,01 МПа (38,8 %).

#### *Библиографический список*

1. Шкуро А. Е., Глухих В. В., Мухин Н. М. Получение и изучение свойств древесно-полимерных композитов с наполнителями из отходов растительного происхождения // Вестник Московского государственного университета леса. Лесной вестник. – 2016. – Т. 20. – № 3. – С. 101–105.

2. Исследование физико-механических свойств древесных пластиков, полученных методом экструзии / А. В. Артёмов, В. Г. Бурындин, В. В. Глухих, В. Г. Дедюхин // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. – 2009. – № 6. – С. 101–106.

3. Ставров В. П., Дедюхин В. Г., Соколов А. Д. Технологические испытания реактопластов. – М. : Химия, 1981. – 248 с.

УДК 67.05\*67.08:674.8

Т. Е. Галдина, А. В. Кулаков, В. А. Ранцев-Картинов  
(T. E. Galdina, A. V. Kulakov, V. A. Rantsev-Kartinov)  
ВГЛУ, Воронеж  
(VSFTU, Voronezh)

**ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЧИСТЫЕ ТЕХНОЛОГИИ  
ПО ПЕРЕРАБОТКЕ ОТХОДОВ ЛЕСОЗАГОТОВИТЕЛЬНЫХ  
И ДЕРЕВООБРАБАТЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЙ  
В НЕТРАДИЦИОННЫЙ МЕЛИОРАТИВНЫЙ СУБСТРАТ  
(ENVIRONMENTALLY FRIENDLY TECHNOLOGIES FOR PROCESSING  
WASTE FROM LOGGING AND WOODWORKING ENTERPRISES INTO  
AN UNCONVENTIONAL RECLAMATION SUBSTRATE)**

*В статье отражена информация о новой разработанной технологии переработки отходов лесозаготовительных и деревообрабатывающих предприятий. Разработчиками предложена экологически чистая технология переработки органических отходов в продукт, оказывающий эффективное мелиоративное воздействие и повышающий природный потенциал почв.*

*The article reflects information on a new developed technology for processing waste from logging and woodworking enterprises. The developers have proposed an environmentally friendly technology for processing organic waste into a product that has an effective reclamation effect and increases the natural potential of soils.*

В сфере интенсивного развития современного человечества усиливается и воздействие на экологические системы [1]. Деграция сельскохозяйственных земель, лесного фонда идет ускоренными темпами, опережающая естественные процессы восстановления, что усиливает отрицательное воздействие на окружающую среду.

В настоящее время для повышения почвенного потенциала, компенсация недостатка в почве питательных веществ компенсируют внесением органических удобрений [2]. Однако такой подход не справляется с основными задачами сохранения и восстановления плодородия деградированных земель, повышения природного потенциала почвенного горизонта.

Поэтому актуально становится вопрос о поиске новейших технических решений, позволяющих решить ряд насущных задач, которые снизят отрицательное воздействие на экологические экосистемы [3, 4].

В настоящее время очень актуальна проблема переработки производственных отходов различных видов отраслей. В лесном хозяйстве, имеющем огромные запасы лесной продукции, на лесосеках и на территориях предприятий по переработке древесины скапливаются огромные количе-



ства древесных отходов. В процессе лесозаготовки используется около 60 % древесины. Остальная же часть приходится на отходы, которые уничтожаются путем сжигания, наносящему вред окружающей среде.

Проанализировав сложную ситуацию с утилизацией отходов в лесозаготовительном и деревообрабатывающем промышленном секторе, группа специалистов разработала экологически чистые технологии по получению нетрадиционного мелиоративного субстрата из органических отходов.

Предлагаемая технология позволяет перерабатывать любые отходы лесозаготовки и деревообработки: опил, стружку, древесную пыль, щепу, горбыль, срезку, тонкомерную древесину, «лежалые» отходы, которых, как уже упоминалось, накопилось с избытком.

Основным звеном в решении задач по переработке древесных отходов в нетрадиционный мелиоративный субстрат является разработанная высокоэффективная технология, основанная на использовании различных модификаций «Универсальных многоцелевых модулей» [5] в качестве основных стандартных блоков в экологических технологических цепочках при составлении их на любую запланированную мощность и производительность выхода конечного продукта переработки.

Сами «Универсальные многоцелевые модули» (рис. 1) по своей сути относятся к области интенсивного измельчения и перемешивания сыпучих/жидких сред.



Рис. 1. УММ установка в сборе-02

В основу модулей положены высокоэффективные:

– дезинтеграторы (мельницы, дающие помол до наноразмеров различных перерабатываемых материалов независимо от их твердости и вязкости);

- миксеры (позволяющие получать гомогенные смеси различных веществ и качественные суспензии почти несмешиваемых жидкостей, таких как вода масло);

- активаторы физических/химических процессов (позволяющие в десятки тысяч раз увеличивать скорости протекающих в применяемых технологиях соответствующих реакций).

Высокая же эффективность применения «Универсальных многоцелевых модулей» в экологических технологических цепочках определяется тем, что все эти процессы протекают в их рабочих зонах одновременно, как и множество физических и химических процессов, приводящих к ним. Итак, универсальность и высокая эффективность их обусловлена:

а) множеством и активностью протекающих в их рабочих зонах процессов:

- дробление посредством «стесненного удара»;
- электромагнитная эрозия;
- плазменное воздействие;
- ультразвук (при обработке в жидкой среде);

б) высокой плотностью энергии магнитной индукции в его рабочей зоне (при  $B \sim 10^4$  Гс,  $W \sim 0.4$  Дж/см<sup>3</sup> =  $4 \cdot 10^5$  Дж/м<sup>3</sup>), в сотни раз превышающей плотность энергии в рабочих зонах других подобных устройств;

в) почти ста процентным КПД;

г) низкой материалоемкостью.

Основой очень высокой эффективности предлагаемой экологически чистой технологии заключается в разработке и использовании квантового плазменного конденсата, что позволит переработать отходы промышленного производства без вредных выбросов в атмосферу.

Экологически чистая технология представляет собой цепочку УММ, представляющих собой трехфазные электромагнитные двигатели с распределенными роторами в виде игл, формирующих в их рабочих зонах активный ферромагнитный вихревой слой, проходя через который исходное вещество обрабатывается (измельчается, смешивается, активизируется и т.д.), универсальность которых проявляется в том, что они могут одинаково высокоэффективно использоваться в различных отраслях промышленного производства.

Таким образом, для получения нетрадиционного мелиоративного субстрата, включающего в себя следующий композиционный состав: ТБО органического состава (10 %), древесные отходы (35 %), отходы деревообрабатывающего производства (20), отходы сельского хозяйства (солома, лузга) (10 %), листопадный опад (5 %), бесподстилочный навоз (10–20 %), кныга (10–20 %), мы предлагаем разработанную экологически чистую технологию, в основе которой УММ, позволяющая за одну технологическую операцию получить готовый к употреблению продукт.

Основным и главным звеном технологического решения производства нетрадиционного субстрата является научно обоснованное соотношение сырьевых компонентов, что позволит получить конкурентоспособный продукт, обладающий мелиоративными свойствами, а также наделенный функциями органического удобрения.

Нетрадиционный субстрат за счет научно обоснованного состава и соотношений композиционных компонентов органических отходов обладает эффективными свойствами как мелиорант, а также как органическое удобрение. Разлагаясь в земле, нетрадиционный субстрат развивают гумусовый слой почвы, чем значительно повышают ее плодородие и содержание в ней питательных веществ. Кроме того, внесение нетрадиционного субстрата способствует регуляции биологических процессов в почве и активизирует деятельность почвенных микроорганизмов, что способствует значительному повышению почвенного потенциала деградированных земель и повышает приживаемость сеянцев и продуктивность лесных культур (рис. 2).



Рис. 2. Сеянцы сосны обыкновенной, выращенные с добавлением приготовленного нетрадиционного мелиоративного субстрата (2019 г.)

Таким образом, своей разработанной технологией мы решаем несколько экологически важных задач, позволяющие повысить экологическую безопасность окружающей среды в секторе лесного хозяйства.

1. Сырьем для нетрадиционного субстрата выступают органические отходы разных сфер деятельности, в том числе 55 % отходы лесозаготовительных и деревообрабатывающих предприятий.

2. Нетрадиционный субстрат при научно обоснованной рецептуре при практическом применении гарантирует значительно более высокую

аэрацию и более быстрый дренаж, создает высокоэффективную среду, существенно изменяет и улучшает плодородный слой почвы, тем самым повышает выход продукции с 1 га на 50 %, обладает дозирующими свойствами потребления микроэлементов растениями. Все это способствует сохранению и восстановлению почвенного плодородия деградированных земель, повышению природного потенциала почвенного горизонта.

3. Применение разработанной технологии позволит утилизировать органические отходы производства и потребления, которые образуются из природных материалов, перерабатывать в функциональный продукт (нетрадиционный мелиоративный субстрат), обладающий выше перечисленными свойствами, без вредных выбросов в атмосферу.

### *Библиографический список*

1. Вураско А. В., Симонова Е. И., Минакова А. Р. Ресурсосберегающая технология получения технической целлюлозы из недревесного растительного сырья и области ее применения // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Прикладная экология. Урбанистика. – 2018. – № 2 (30). – С. 21–32.

2. Галдина Т. Е., Самошин С. Е. Влияние нетрадиционных удобрений на выращивание посадочного материала в лесных питомниках // Успехи современного естествознания. – 2018. – № 11. – С. 24–29.

3. Кулаков А. В., Ранцев-Кartiнов В. А. Экспериментальное подтверждение факта существования квантового плазменного конденсата // Изв. РАН. Энергетика. – 2015. – № 1.

4. Kulakov A. V., Tyutuynnik V. M. New Approach to the Plasma Quantum Condensate as a New State of Matter // International Journal of Current Research. – 2017. – Vol. 9. – № 3. – P. 47699–47703.

5. Кулаков А. В., Ранцев-Кartiнов В. А. Устройство универсального модуля промышленных дезинтеграторов/активаторов. Патент на полезную модель № 029979 (13) В1. Бюллетень евразийского патентного ведомства изобретения (евразийские заявки и патенты), 29.06.2018.

УДК: 620.197.3

Б. Н. Дрикер, А. А. Протазанов  
(B. N. Driker, A. A. Protazanov)  
УГЛТУ, Екатеринбург  
(USFEU, Yekaterinburg)

**СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ИНГИБИТОРОВ  
КОРРОЗИИ И СОЛЕОТЛОЖЕНИЙ  
НА ОСНОВЕ ОРГАНИЧЕСКИХ ФОСФОНАТОВ**  
(COMPARATIVE ASSESSMENT OF CORROSION INHIBITORS  
AND SALT DEPOSITS BASED  
ON ORGANIC PHOSPHONATES)

*Работа посвящена подбору эффективных ингибиторов коррозии и солеотложений для воды, характерной для систем охлаждения и отопления. Исследовались композиции на основе органических фосфонатов со щелочноземельными металлами. Установлено, что исследуемые композиции не уступают по эффективности ингибирования коррозии и солеотложений цинковому комплексонату.*

*The work is devoted to the selection of effective corrosion and scale inhibitors for water typical for cooling and heating systems. Compositions based on organic phosphonates with alkaline earth metals were studied. It was found that the investigated compositions are not inferior to zinc complexonate in the effectiveness of inhibition of corrosion and salt deposits.*

Предприятия различных отраслей промышленности сталкиваются с проблемами образования минеральных отложений и коррозией конструкционной стали. В связи с этим увеличивается энерго- и водопотребление. Основным типом разрушения трубопроводов является внутренняя коррозия, связанная с образованием язв, перерастающих в свищи. В зоне сплавления металла происходит изменение структуры под действием температуры. Это приводит к образованию околосварного шва относительно плотных слоев, состоящих из оксидов железа ( $\text{FeO}$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ). Часто образование коррозии встречается в сварных неповаренных щелях. Образование минеральных отложений приводит к перерасходу топлива, что связано с ухудшением теплопередачи.

Для борьбы с этими негативными явлениями применяются различные технологии, основной из которых является использование реагентов [1]. Отличительной чертой данного метода является возможность без существенных капитальных затрат замедлить процесс коррозии, сохраняя при этом технологическое оборудование, и предотвратить процесс образования солеотложений.

В качестве таких реагентов используются органофосфонаты (ОФ) и композиции их содержащие. Однако композиции различных производителей отличаются друг от друга химическим составом, агрегатным состоянием и соответственно эксплуатационными качествами. Ингибиторная защита коррозии актуальна для всех видов металлов, начиная с этапа хранения деталей, заканчивая эксплуатацией в агрессивных средах. Имеющийся в настоящее время ассортимент ингибиторов коррозии и солеотложений ежегодно пополняется более безопасными и экологичными композициями. Затраты на реагенты превышает 2 млрд долл., и эта сумма возрастает ежегодно на 10 %.

В течение ряда лет разрабатываются реагенты на базе органофосфонатов различного химического состава и строения и композиционные составы с комплексонатами цинка, меди, кобальта, никеля [2].

Целью данной работы является сокращение затрат на производство реагентов для обработки и снижение экологической нагрузки на водоемы культурно-бытового и рыбохозяйственного назначений за счет замены комплексоната переходного металла на щелочноземельный.

Задачей исследования является возможность использования композиций на основе оксиэтилидендифосфоной (ОЭДФ) и нитрилотриметиленфосфоновой (НТФ) кислот со щелочноземельными металлами (Ca, Mg, Ba, Sr).

Исследования ингибирования коррозии в зависимости от концентрации ингибитора проводили на коррозиметре «Эксперт-004» [3]. Количество отложений карбоната кальция определяли по стандартной комплексонометрической методике.

Результаты ингибирования коррозии и солеотложений щелочноземельными комплексонатами сравнивали с реагентами, которые используются для аналогичных целей.

В качестве модельного раствора использовали воду, соответствующую по своим среднестатистическим параметрам качеству воды в системах охлаждения и отопления. Кальциевая жесткость составляет 4,5–4,7 мг-экв/дм<sup>3</sup>, магниевая жесткость 2 мг-экв/дм<sup>3</sup>, общая жесткость 7,5–7,7 мг-экв/дм<sup>3</sup>. Испытания проведены при комнатной температуре в статических условиях. Время экспозиции 180 минут.

В качестве ингибиторов коррозии и солеотложений нами исследовались композиции на основе ОЭДФК и НТФ со щелочноземельными металлами. Из литературных данных известно, что для эффективного ингибирования коррозии и солеотложений для цинковых комплексонатов является мольное соотношение 2,5:1, поэтому щелочноземельные комплексонаты получены при данном мольном соотношении.

На рис. 1, 2 представлены результаты эффективности ингибирования коррозии щелочноземельными комплексонатами в статических условиях.

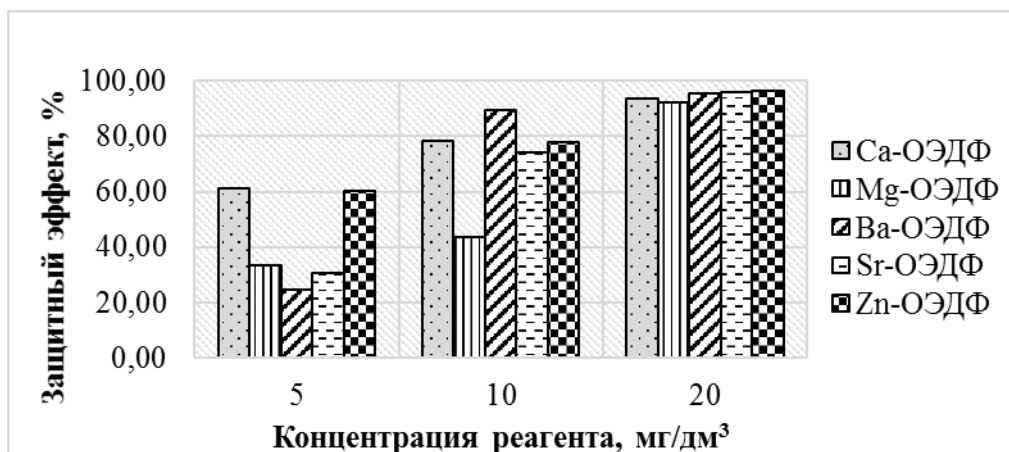


Рис. 1. Зависимость защитного эффекта ингибирования коррозии от концентрации композиции

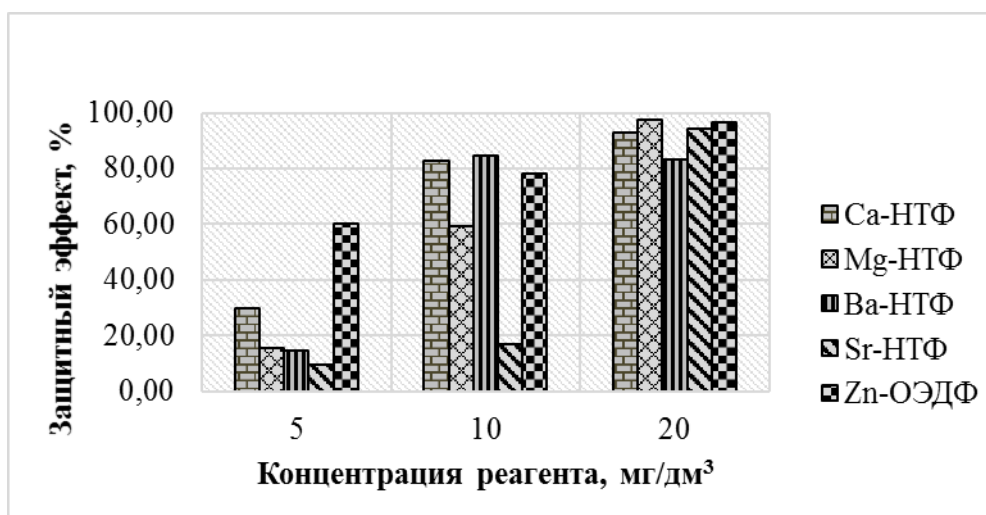


Рис. 2. Зависимость защитного эффекта ингибирования коррозии от концентрации композиции

Из представленных данных видно, что все щелочноземельные комплексоны независимо от щелочноземельного металла при концентрации 20 мг/дм<sup>3</sup> являются эффективными ингибиторами коррозии, не уступая при этом по эффективности ингибирования цинковому аналогу.

На рис. 3, 4 представлены результаты эффективности ингибирования солеотложений. Время экспозиции 2 ч. Температура 95–98 °С.

Как видно на рис. 3–4, данные реагенты не уступают цинковому комплексоначу по эффективности ингибирования солеотложений, при этом следует отметить, что низкие концентрации вводимого в раствор реагента позволяют практически полностью подавить процесс отложений. Поэтому для снижения величин коррозии до нормативных величин доза реагента 20 мг/дм<sup>3</sup> при защите от минеральных отложений не представляется лимитирующим фактором.



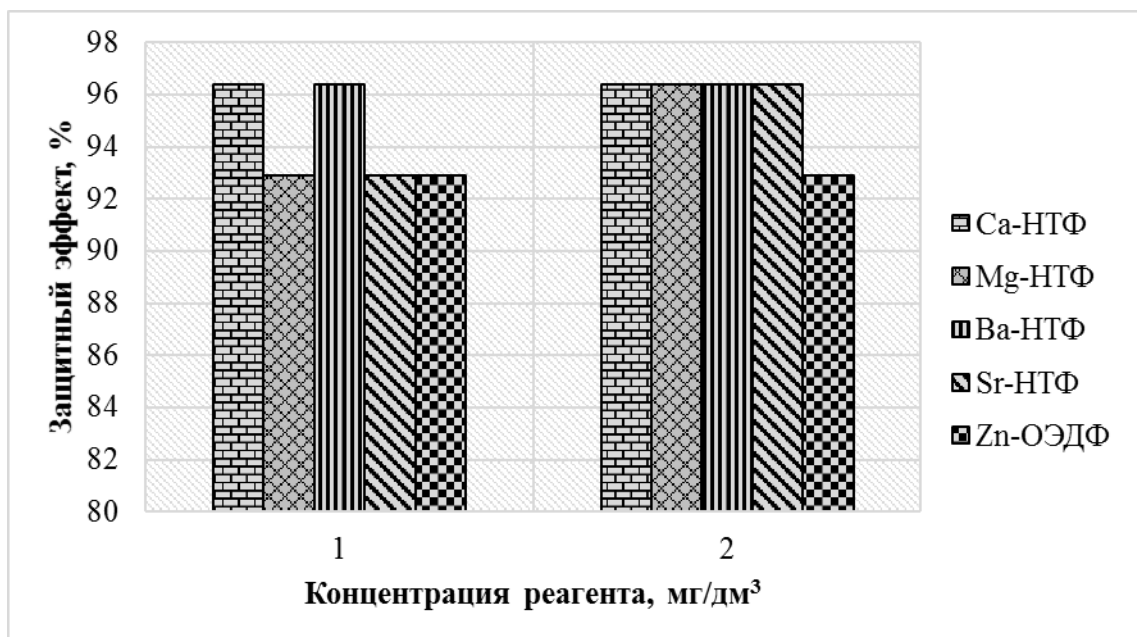


Рис. 3. Зависимость защитного эффекта ингибирования солеотложений от концентрации композиции

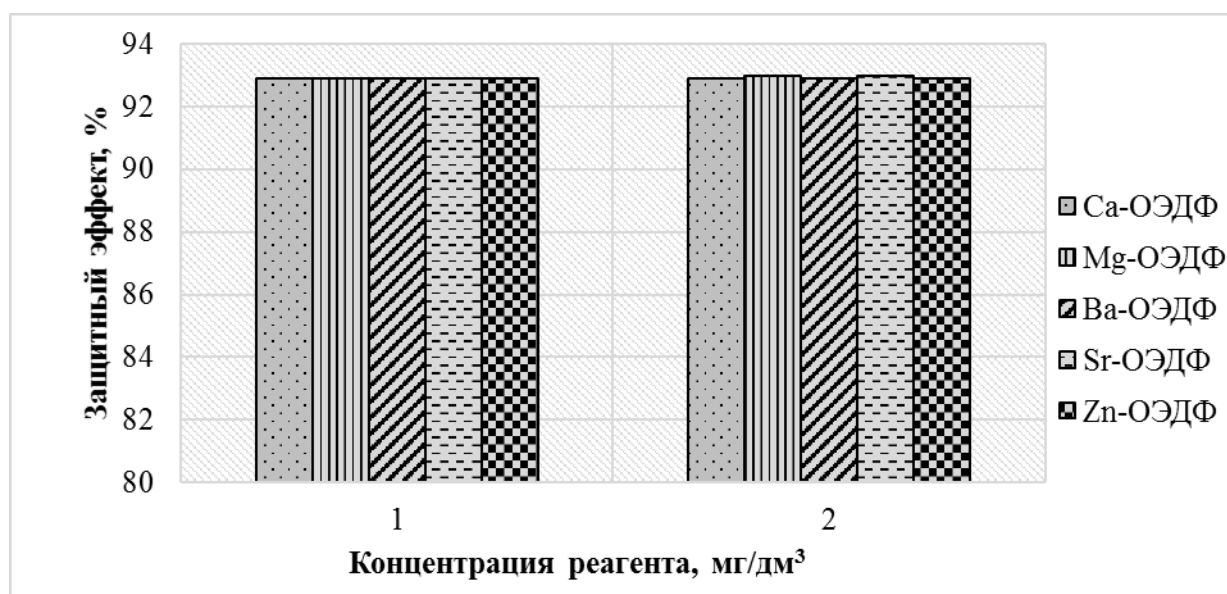


Рис. 4. Зависимость защитного эффекта ингибирования солеотложений от концентрации композиции

Таким образом, для ингибирования коррозии и солеотложений возможно использование композиций на основе оксиэтилидендифосфоной (ОЭДФ) и нитрилотриметиленфосфоновой (НТФ) кислот со щелочноземельными металлами (кальций, магний, барий, стронций). Однако с учетом экологических факторов, следует отдать предпочтение магниевым и кальциевым комплексонатам.



*Библиографический список*

1. Умягчение воды адсорбцией высокодисперсными модифицированными алюмосиликатами / В. В. Юрченко, А. В. Свиридов, А. Ф. Никифоров, В. В. Свиридов // Водочистка. Водоподготовка. Водоснабжение. – М. : Орион. – 2016. – № 3 (99). – С. 16–21.
2. Пат. 2591975. Российская Федерация, МПК С 02 F 5/14, С 23 F 11/167. Способ предотвращения минеральных отложений и коррозии / Б. Н. Дрикер, А. И. Мурашова, А. Г. Тарантаев, Н. В. Цирульникова, Л. С. Молочников; заявитель и патентообладатель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Уральский государственный лесотехнический университет». – № 2015111445/05 ; заявл. 30.03.15 ; опубл. 20.07.16; Бюл. № 20.
3. Ануфриев Н. Г., Комарова Е. Е., Смирнова Н. Е. Универсальный коррозиметр для научных исследований и производственного контроля коррозии металлов и покрытий // Коррозия: материалы, защита. – 2004. – № 1. – С. 42–47.

УДК 678

П. С. Захаров, Ю. М. Кулаженко, А. Е. Шкуро  
(P. S. Zakharov, U. M. Kulajenko, A. E. Shkuro)  
УГЛТУ, Екатеринбург  
(USFEU, Yekaterinburg)

**ДРЕВЕСНО-ПОЛИМЕРНЫЕ КОМПОЗИТЫ  
С ИЗМЕЛЬЧЕННЫМИ ЛИСТЬЯМИ  
(WOOD-POLYMER COMPOSITES WITH CHOPPED LEAVES)**

*В статье рассмотрены физико-механические свойства древесно-полимерных композитов с измельченными листьями.*

*The article discusses the physical and mechanical properties of wood-polymer composites with crushed leaves.*

Одним из способов утилизации древесных и растительных отходов, таких как древесный опил или шелуха пшеницы, является их использование в качестве наполнителя при производстве древесно-полимерных композитов [1]. Базовым сырьем для производства древесно-полимерных композитов с термопластичной полимерной матрицей (ДПКт) являются древесная мука (наполнитель), термопластичный полимер (матрица) и специальные добавки, обеспечивающие повышение совместимости компонентов ДПКт и технологичности процесса получения изделий. Благодаря относительно невысокой стоимости и температуре переработки в качестве поли-

мерных матриц для ДПКт чаще всего используются полиолефины: полиэтилен, полипропилен либо поливинилхлорид.

Основным лимитирующим фактором роста производства изделий из древесно-полимерных композитов с термопластичными полимерами (ДПКт) является их более высокая стоимость по сравнению с изделиями из цельной древесины. Для снижения себестоимости ДПКт в настоящей работе исследована возможность замены древесной муки на порошок листьев лиственных пород деревьев. Целью настоящей работы было получение и исследование физико-механических свойств полиэтилена, наполненного опавшей лиственной лиственной пород деревьев.

В качестве полимерной матрицы использовался полиэтилен низкого давления марки ПНД 273-83 производства ПАО «Казаньоргсинтез». В качестве наполнителей использовались листья, собранные на территории студенческого городка УГЛТУ, в основном это листья берёзы, осины, липы и ивы. Собранные листья высушивались в темноте в течение месяца. В качестве смазки использовался технический полиэтиленовый воск марки ПВ-200 в количестве 1,5 % масс. Также использовалась добавка компатибилизатор, улучшающая связь полиэтилена с наполнителем – Мателен-1108, производства компании АО «Метаклэй».

Листья измельчались с помощью лабораторной мельницы АКА А1 Basic при частоте вращения ножей 3600 об./мин. Измельченные листья просеивали через сито с диаметром отверстий 0,7 мм. Полученный порошок высушивали в сушильном шкафу при температуре 120 °С в течение четырех часов. Все компоненты смешивались в лабораторной мельнице АКА А1 Basic, после чего смеси экструдировались на одношнековом экструдере при температуре 175 °С. Полученная смесь гранулировалась и методом горячего прессования из нее изготавливались образцы для проведения испытаний физико-механических свойств материала. Было подготовлено 5 смесей с различным содержанием наполнителя, состав которых представлен в табл. 1.

Таблица 1

Состав композитов

№	Содержание компонента, %				Итого
	ПЭНД-273-83	Листья	Воск	Метален-1108	
1	97	0	1,5	1,5	100
2	77	20	1,5	1,5	100
3	67	30	1,5	1,5	100
4	57	40	1,5	1,5	100
5	47	50	1,5	1,5	100

Для полученных композитов были определены следующие показатели физико-механических свойств: твёрдость по Бринеллю, плотность, ударная вязкость, предел прочности при изгибе, модуль упругости при сжатии, число упругости, водопоглощение. Результаты измерений прочности представлены на рис. 1.

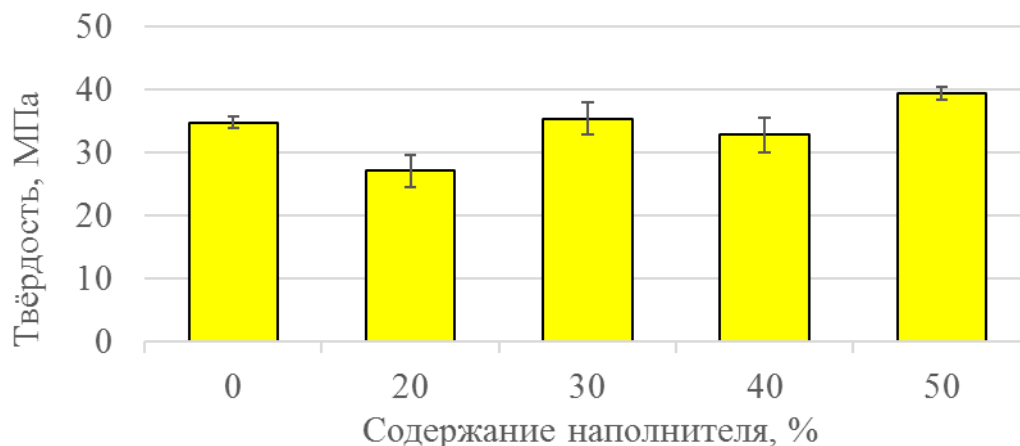


Рис. 1. Зависимость твёрдости образцов ДПКт от содержания наполнителя

На рис. 1 можно видеть, что содержание листьев не оказывает значительного влияния на показатель твёрдости образцов ДПКт. Это явление возможно объясняется тем, что полимерная матрица полностью покрывает частицы наполнителя. На рис. 2 представлены результаты определения плотности образцов ДПКт с измельченными листьями.

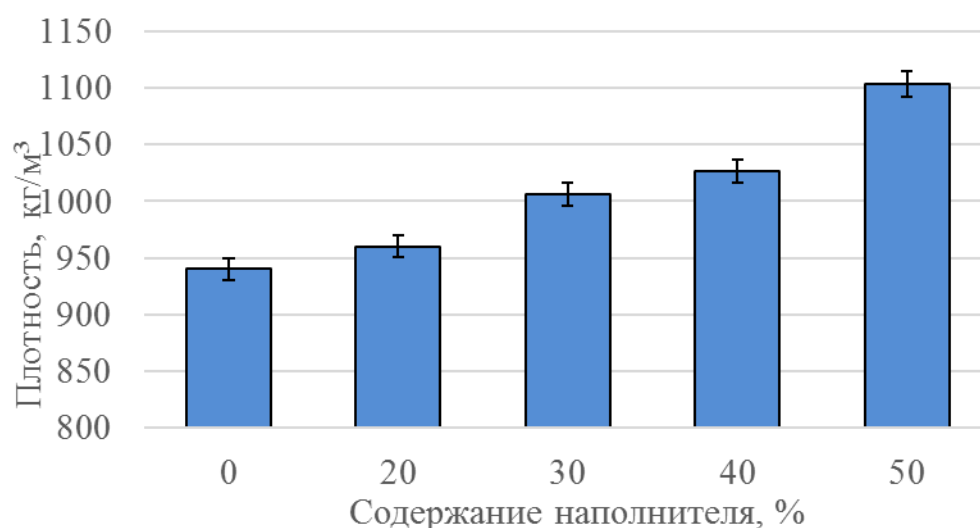


Рис. 2. Зависимость плотности ДПКт от содержания наполнителя

Данные рис. 2 свидетельствуют, что с повышением содержания наполнителя в составе композита повышается и плотность образцов ДПКт. Это объясняется тем, что удельная истинная плотность абсолютно сухих листьев выше, чем плотность полиэтилена. На рис. 3 представлена характеристика ударной вязкости.

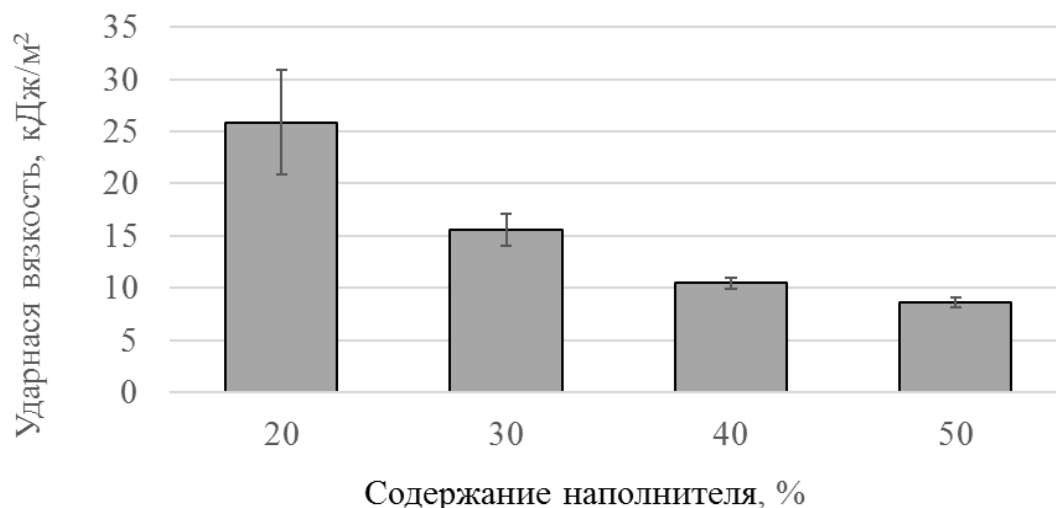


Рис. 3. Зависимость ударной вязкости от содержания наполнителя

Данные экспериментов показывают, что ударная вязкость падает с увеличением содержания наполнителя в составе композиционного материала. Сравнение характеристик образцов композитов с порошком листьев и образцов древесной мукой представлены в табл. 2 [2].

Таблица 2

Сравнение характеристик образцов композитов с древесной мукой и опавшими листьями (степень наполнения – 50 %)

Свойство	ДПКт с опавшими листьями	ДПКт с древесной мукой
Плотность, кг/м <sup>3</sup>	1103	1123
Твёрдость, МПа	39,0	40,2
Ударная вязкость, кДж/м <sup>2</sup>	9,0	5,2

По данным в таблице можно видеть, что по показателю твёрдости ДПКт с наполнителем из порошка листьев уступает эталону из древесной муки всего на 3 %. При этом плотность образца с опавшими листьями на 2 % меньше чем у эталона. По показателю ударной вязкости образец превосходит эталон на 42 %. Таким образом, использование измельченной опавшей листвы в качестве наполнителя для ДПКт позволяет получать более ударопрочные материалы из значительно более доступного и возобновляемого сырья.

### Библиографический список

1. Использование отходов лесопарковых зон для получения пластиков без добавления связующих веществ. / Ершова А. С., Савиновских А. В., Артемов А. В., Бурындин В. Г. // Леса России и хозяйство в них. – 2019. – № 2 (69). – С. 62–70.

2. Смертин Н. В., Шкуро А. Е., Кривоногов П. С. Древесно-полимерные композиты с шелухой кориандра. // Вестник Технологического университета. – 2019. – Т. 22. – № 9. – С. 95–98.

УДК 628.543

И. А. Клепалова, И. Н. Липунов, И. Г. Первова  
(I. A. Klepalova, I. N. Lipunov, I. G. Pervova)  
УГЛТУ, Екатеринбург  
(USFEU, Yekaterinburg)

# **ОБЕЗВРЕЖИВАНИЕ ФЕНОЛСОДЕРЖАЩИХ СТОЧНЫХ ВОД С ПОМОЩЬЮ ДРЕВЕСНОГО СОРБЕНТА (DEPHENOLIZATION OF THE WASTEWATER BY WOOD SORBENT)**

*Представлены результаты исследований по очистке производственных фенолсодержащих сточных вод с использованием в качестве сорбента мягких отходов механической переработки древесного сырья и получением композиционного материала конструкционного назначения.*

*The results of research on the treatment of industrial phenol-containing wastewater by sorbent from soft waste of mechanical processing wood and with obtaining a composite material for structural purposes are presented.*

Сточные воды, содержащие фенол, подлежат глубокому обезвреживанию перед их сбросом в природные водоемы, так как они являются причиной серьезных экологических последствий, сопровождающихся гибелью звеньев гидробионтов и ухудшением гидрохимического режима водоема. В основном известные технические решения обезвреживания таких промышленных сточных вод основаны на использовании деструктивных процессов, недостатком которых является уничтожение ценного химического сырья – фенола и формальдегида. Применение деструктивных методов обусловлено невозможностью или экономической нецелесообразностью извлечения примесей из сточных вод. В настоящее время надсмольные воды, содержащие фенол, чаще всего сжигаются на установках циклонного типа, что требует больших энергетических затрат и приводит к увеличению содержания оксида углерода (IV) в атмосферном воздухе с последующим нарушением кислород-углеродного баланса атмосферы Земли. Проблема глубокого обезвреживания сточных вод производства фенолформальдегидных смол остается актуальной экологической задачей.

Одним из решений данной проблемы для химических и нефтехимических предприятий является переход к малоотходным технологиям производства за счет внедрения регенерационных (или рекуперационных) методов. И хотя большинство известных регенерационных методов имеют зна-

чительные затраты временных, реагентных и энергетических ресурсов, возможно подобрать эффективный метод (или комплекс методов), позволяющий вести очистку стоков от широкого спектра загрязнителей с высокой эффективностью.

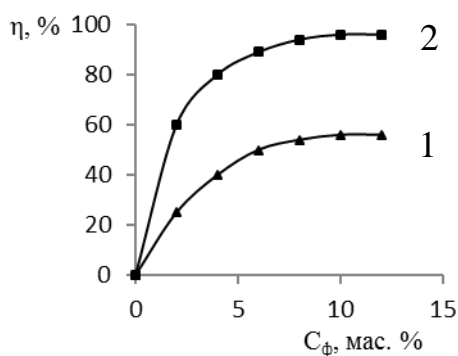
Одним из перспективных направлений обезвреживания фенолсодержащих сточных вод до экологически безопасного нормативного значения по фенолу, практически с полной его конверсией в технические высоколиквидные продукты, является рециклинг, представляющий собой комплекс приемов и методов промышленной переработки отходов с целью получения полупродуктов, продуктов или вторичного сырья. В данной статье представлена прогрессивная технология утилизации фенола и формальдегида с получением древесно-полимерного композита конструкционного назначения. Большинство современных конструкционных материалов – это композиции, которые придают изделиям определенные эксплуатационные свойства и в которых каждый компонент вносит свой вклад в формирование этих свойств.

Предлагаемое авторами технологическое решение переработки сточных вод производства фенолформальдегидных смол основано на возможности межотраслевой кооперации, позволяющей успешно вовлекать в передел техногенное сырье – отходы различных промышленных производств. Например, использовать сорбционную активность измельченной древесной массы по отношению к фенолу и смолообразующие свойства фенола и формальдегида (основных компонентов надсмольных вод) для получения древесно-полимерных композиционных материалов. При этом одновременно решаются две важных задачи – утилизация ценных компонентов надсмольных вод и их обезвреживание.

Объектами исследования являлись следующие промышленные отходы: сточные воды производства фенолформальдегидных смол; мягкие отходы механической переработки древесного сырья; измельченные отходы производства и переработки слоистых пластиков. Фенол и формальдегид, содержащиеся в сточных водах, служат полимерным вяжущим компонентом. Содержание фенола в сточных водах производства фенолформальдегидных смол составляло 12,4–13,8 мас. %. Модифицированные 25 % раствором  $\text{NH}_4\text{OH}$  древесные опилки хвойных пород гранулометрического состава 0,5–5,0 мм использованы в качестве органического растительного наполнителя и эффективного природного сорбента. К полезным свойствам таких отходов относятся уникальный химический состав, высокие физико-механические свойства и текстурные характеристики, в частности высокоразвитая удельная поверхность, кроме того они являются дешевым, качественным, доступным и воспроизводимым сырьем. В качестве пластификатора выбраны измельченные отходы производства и переработки текстилита дисперсностью 0,15–3,0 мм.

Исследования проводили на пилотной лабораторной установке в статическом режиме, температура в реакционной зоне химического реактора на соответствующих стадиях процесса поддерживалась в автоматическом режиме в пределах  $60\div 98\text{ }^{\circ}\text{C}$ , массовое соотношение Ж:Т =  $3\div 5$ , а мольное соотношения  $(\text{CH}_2\text{O}) : (\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}) = (1,4\div 2,9) : (1)$ . Преимуществом адсорбционного метода очистки является возможность адсорбции веществ многокомпонентных смесей, а адсорбционные установки отличаются своей компактностью, простотой оформления и управления процессом. Такой метод позволяет обезвреживать сточные воды и извлекать фенол с последующим применением, тем самым снижая количество сбрасываемых токсичных отходов различных химических производств.

Установлено, что степень извлечения фенола ( $\eta$ ) при всех исследуемых значениях его концентрации в водных растворах и оптимальных параметрах температуры и времени сорбции в 2,0–2,5 раза для модифицированного древесного сорбента выше по сравнению с исходным сорбентом (рисунок).



Степень сорбционного извлечения фенола исходным (1) и модифицированным (2) древесным сорбентом ( $t = 60\text{ }^{\circ}\text{C}$ ; гранулометрический состав 0,5–5,0 мм;  $\tau = 15$  мин.)

Сорбционная эффективность модифицированного древесного сорбента подтверждается и кинетическими характеристиками сорбции фенола из раствора, содержащего 124 г/л свободного фенола. Рассчитанная константа скорости процесса извлечения фенола для модифицированного сорбента ( $k = 1,19 \cdot 10^{-3} \text{ с}^{-1}$ ) при  $60\text{ }^{\circ}\text{C}$  в два раза выше, чем для исходного сорбента ( $k = 0,68 \cdot 10^{-3} \text{ с}^{-1}$ ). Значение коэффициента диффузии ( $0,94 \cdot 10^{-6} \text{ см}^2/\text{с}$ ) характерно для адсорбции органических молекул [1], а величина энергии активации (14,3 кДж/моль) свидетельствует о протекании процесса извлечения фенола древесным сорбентом по внешне диффузионному механизму.

Эти данные позволяют объяснить, в чем состоит сорбционное преимущество именно модифицированного древесного сорбента. Известно, что адсорбционная способность измельченной древесной массы к фенолу, обусловленная восстановительными свойствами ее поверхности, зависит от величины ее удельной поверхности. Увеличению удельной поверхности

модифицированного сорбента и, как следствие, его адсорбционной активности способствует обработка 25 % раствором  $\text{NH}_4\text{OH}$ . Прямым подтверждением этому являются результаты экспериментальных исследований, подтверждающие более высокую степень извлечения фенола модифицированным сорбентом (96 мас. %) по сравнению с исходным (55 мас. %) [1]. В результате процесса иммобилизации молекул фенола на поверхности древесного сорбента образуется полупродукт – древесно-фенольный олигомер (ДФО), который обладает высокой химической активностью и может быть вовлечен в реакцию поликонденсации с формальдегидом как содержащимся в сточной воде, так и дополнительно вводимого в реакционную смесь в виде раствора формалина.

В присутствии щелочного катализатора ( $\text{NaOH}$ ) и регенерированного пластификатора (текстолитовая крошка) древесно-фенольный олигомер на стадии поликонденсации трансформируется в древесно-полимерный композит (ДПК) конструкционного назначения. Древесные композиционные материалы являются объемным сочетанием различных компонентов: древесным целлюлозосодержащим наполнителем, вяжущим минеральной или органической полимерной природы, затворителя и модификаторов в виде различных химических веществ.

Степень конверсии фенола сточных вод в древесно-полимерный композит за счет процессов адсорбции и поликонденсации составляет 99,5 %. Установлены оптимальные значения основных факторов, влияющих на степень конверсии: содержание смолообразующих компонентов в фенольной воде –  $11 \div 15$  мас. %;  $t$  –  $98 \div 80$  °C;  $\nu\text{CH}_2\text{O} : \nu\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$  –  $2 : 1$ ;  $m\text{Ж} : m\text{Т}$  (гидромодуль) – 3, масса пластификатора – 20 мас. % от массы твердофазного наполнителя. Процесс поликонденсации инициируется повышением температуры в реакционной зоне с 60 до 98 °C, при которой начинается химическое взаимодействие древесно-фенольного олигомера с молекулами формальдегида сточной воды. По мере дополнительно вводимого в реакционную массу раствора формалина и измельченных отходов текстолита процесс поликонденсации устойчиво протекает при 80 °C. Введение пластификатора в реакционную смесь способствует улучшению кинетики процесса поликонденсации и повышению эксплуатационного показателя композита – текучести.

Основные физико-механические показатели древесно-полимерного композита не уступают аналогичным показателям масс древесных прессовочных марки МПДО-В (ГОСТ 11368-89). Методом биотестирования водных вытяжек композита с использованием синхронизированной модели *Daphnia magna Straus* и суточной культуры *Chlorella vulgaris beijer* [2] доказано отсутствие острого токсического воздействия, следовательно, древесно-полимерный композит, полученный по предлагаемой технологии, является безопасным.



Таким образом, в результате предлагаемого подхода комплексной утилизации промышленных отходов различных производств на основе межотраслевого рециклинга может быть повышена степень использования техногенного сырья и снижено воздействие на природные водные объекты высокотоксичных органических веществ.

### *Библиографический список*

1. Извлечение фенола из сточных вод сорбентами на основе древесных отходов / И. Н. Липунов, А. Ф. Никифоров, И. Г. Первова, Н. О. Толмачева // Водное хозяйство России. – 2018. – № 6. – С. 101–111.

2. Жмур Н. С. Методика определения токсичности воды и водных вытяжек из почв, осадков сточных вод, отходов по смертности и изменению плодovitости дафний. М. : АКВАРОС, 2001. – 52 с.

УДК 547.556.9

Т. И. Маслакова, И. Г. Первова, П. А. Маслаков  
(Т. I . Maslakova, I. G. Pervova, P. A. Maslakov)  
УГЛТУ, Екатеринбург  
(USFEU, Yekaterinburg)

### **ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ МАТРИЦ-НОСИТЕЛЕЙ НА ХАРАКТЕРИСТИКИ ИНДИКАТОРНЫХ ТЕСТ-СРЕДСТВ (STUDY OF CARRIER MATRICES INFLUENCE ON THE CHARACTERISTICS OF ANALITICAL TEST-SYSTEMS)**

*Представлено сравнительное исследование характеристик твердофазных индикаторных систем, созданных на основе различных по природе матриц-носителей (силикагели, ткани, техническая целлюлоза из растительного недревесного сырья) и применимых для предварительной оценки наличия и содержания ионов тяжелых металлов в водных средах.*

*A comparative study of the characteristics of solid-phase indicator systems created on the basis of different carrier matrices (silica gels, fabrics, technical cellulose from non-wood plant raw materials) and used for preliminary assessment of the presence and content of metal ions in aqueous media is presented.*

Арсенал высокочувствительных современных физических и физико-химических методов (хроматография, масс-спектрометрия и др.), используемый в настоящее время для аналитического контроля за содержанием токсичных металлов в объектах охраны окружающей среды, пополнился тест-средствами, позволяющими проводить измерения оперативно, в режиме online, без длительной пробоподготовки и без привлечения высоко-

квалифицированных специалистов. Тест-средства представляют ансамбль из хромогенного реагента, твердофазного носителя (матрицы) и способа их взаимодействия с определяемым компонентом [1]. Применение аналитических тест-систем на начальном этапе оценки качества объектов окружающей среды позволяет рационализировать процесс проведения химического контроля, получить ценную первичную информацию и свести к минимуму затраты на получение массива аналитической информации (а в ряде случаев – и ограничиться полученной информацией) [2].

В качестве носителей в данном исследовании нами использовались силикагели (ДИАСОРБ-100-ТА с триметиламмониевыми группировками и поверхностно-модифицированный  $\gamma$ -аминопропилтриэтоксисиланом ДИАСОРБ-250-Амин), тонкослойные целлюлозосодержащие тканевые (лен, хлопок) матрицы и отливки из технической целлюлозы (из шелухи риса, солома и шелухи овса). Целью исследования являлось установление закономерностей влияния матрицы на получение стабильного визуального эффекта при разработке твердофазных реагентных индикаторных систем (ТРИС) на основе иммобилизации реагента – 1-(4-сульфофенил)-3-метил-5-(бензтиазол-2-ил)формаза и комплексных соединений металлов.

Установлено, что исследуемый реагент хорошо удерживается при иммобилизации именно на поверхности силикагелей (изотермы сорбции имеют S-образный вид) в результате действия механизма ионного обмена за счет электростатических взаимодействий в системе «матрица – этанольный раствор формаза». Состав и строение полученных твердофазных гибридных материалов были исследованы методами сканирующей электронной микроскопии, ИК-спектроскопии, с привлечением квантово-химических расчетов функционала плотности (B3LYP) с базисом 6-31G\*\* системы «сорбент-сорбат». Максимальное количество ( $a_{\text{макс.}}$ ) закрепленных формазановых группировок составляет 0,077 мкмоль/г, что позволило разработать на основе ДИАСОРБА-100-ТА индикаторную тест-систему для селективного извлечения и определения ионов Cd(II) (рН 5,5±0,3) или Zn(II) (рН 5,0-6,0) в присутствии эквивалентных количеств ионов Ni(II), Co(II), Pb(II). Селективные свойства 1-(4-сульфофенил)-3-метил-5-(бензтиазол-2-ил)формаза, иммобилизованного на поверхности силикагеля ДИАСОРБ-Амин, проявляются по отношению только к ионам Cu(II) при извлечении из водных растворов с концентрацией 50 мг/дм<sup>3</sup> при совместном присутствии ионов Ni(II) в статических условиях.

Сорбция заранее сформированных в растворе формазанатов металлов на поверхность силикагелей типа ДИАСОРБ позволяет не только практически на 100 % извлечь токсичные металлы, но и за счет изменения окраски матрицы-носителя проводить визуальный скрининг монокомпонентных по металлам водных проб. Отмечено, что при величине рН = 5.0 ± 0.5 максимальная степень извлечения силикагелем ДИАСОРБ-100-ТА металлов в виде комплексных соединений – формазанатов составляет 98–99 %, что

превышает почти в два-три раза данный показатель в случае взаимодействия ионов металлов с предварительно модифицированным исследуемым реагентом силикагелем (33–47 %). Установлено, что формазанаты Ni(II), Cu(II), Co(II) извлекаются на 98–99% в течение 3–5 минут, а максимум сорбции формазанатов Zn(II), Cd(II), Pb(II) достигается лишь через 25 минут, что позволяет применить методику отдельной сорбции определенных металлов из смеси.

На основе ДИАСОРБ-250-Амин и 1-(4-сульфофенил)-3-метил-5-(бензтиазол-2-ил)формазаната Cu(II) изучена одноцветная шкала для ТРИС, позволяющая визуально определять содержание ионов меди(II) в водных объектах в диапазоне 0,8–4,0 мкг/см<sup>3</sup> с пределом обнаружения – 0,4 мкг/см<sup>3</sup>. Данный метод позволяет одновременно опробовать несколько вариантов «проявки» предварительно сорбируемых на матрице ионов металлов, что расширяет круг используемых формазанов и облегчает задачу исследователя в поиске уникального ансамбля – сочетания матрицы, иона металла и высокочувствительного реагента

Целлюлозосодержащие матрицы из шелухи риса (ОШР) имеют высокие сорбционные характеристики, но низкие прочностные свойства, так как состоят из коротких волокон. Введение в состав композиции в качестве армирующего материала соломы овса позволяет повысить прочность получаемых бумажных отливок. В результате проведенных исследований выявлено, что целлюлозосодержащие матрицы-носители (лен, хлопок, техническая целлюлоза, полученная из шелухи риса и композиции из шелухи риса и соломы овса (1:1) в виде бумажных отливок) в отличие от силикагелей не удерживают или слабо удерживают на поверхности водорастворимый реагент и его комплексные соединения с ионами металлов. Однако большое количество аморфных областей, высокое содержание карбоксильных групп (89,8 %) и высокая гидрофильность целлюлозосодержащих матриц [3] способствует легкому проникновению сорбируемых ионов Cu(II), Ni(II), Zn(II), Cd(II) и Pb(II) на их поверхности. Прочное «удерживание» ионов металлов на тканевых дисках и бумажных отливках за счет предварительного концентрирования повышает эффективность взаимодействия с реагентом в результате последующей обработки раствором формазана. Изменение окраски матрицы-носителя и ее интенсивность создают возможность для получения шкалы для тест-определения концентрации в воде токсичных металлов.

Так, тканевые диски из натурального льна с сорбированными ионами меди(II) после реакции с раствором выбранного формазана приобретают синий цвет ( $\lambda_{\text{макс.}} = 640 \text{ нм}$ ), причем нарастание интенсивности окраски дисков наблюдается пропорционально увеличению содержания ионов Cu(II). Поскольку линейность графика соблюдается в концентрационном интервале Cu(II) 0,05–0,8 мкг/см<sup>3</sup>, данный факт был использован при разработке твердофазной реагентной индикаторной системы для оценки

количества меди в водных растворах. Определению содержания  $\text{Cu(II)}$  не мешают 5-кратные количества  $\text{Pb(II)}$  и  $\text{Zn(II)}$ . Матрицы, имеющие разные прочностные характеристики, можно накладывать друг на друга в проточной ячейке, выполняя одновременную сорбцию различных элементов, при этом на каждом диске носителя можно сконцентрировать 2-3 элемента с последующим определением каждого из них реакцией «проявки» с подходящим органическим реагентом.

Поскольку метрологические характеристики методики и результат визуального тест-определения напрямую связаны с корректностью разработанной цветовой шкалы, все полученные индикаторные системы прошли апробацию на реальных объектах: дождевые воды, снежный покров и смывы с листьев деревьев, расположенных вдоль городских магистралей. Хотя по уровню погрешности визуальные методы анализа относят к полуколичественным методам определения, результаты показали удовлетворительное совпадение данных визуального определения с данными метода инверсионной вольтамперометрии и метода «введено-найдено».

Таким образом, при разработке тест-систем кроме реагента и способа взаимодействия с определяемым компонентом необходимо внимательно отнестись и к выбору матрицы, состав и строение которой может позволить усилить или уменьшить интенсивность визуального сигнала, а следовательно, повысит чувствительность средства измерений, улучшит метрологические характеристики ТРИС и расширит диапазон измеряемых концентраций определяемых металлов.

### *Библиографический список*

1. Твердофазные реактивные индикаторные системы с формазановыми группировками в экоанализе / Т. И. Маслакова, И. Г. Первова, Т. А. Мельник, И. Н. Липунов, П. А. Маслаков. – Екатеринбург : Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2016. – 117 с.
2. Оптические химические сенсоры (микро- и наносистемы) для анализа жидкостей / С. Б. Саввин, В. В. Кузнецов, С. В. Шереметьев, А. В. Михайлова // Рос. хим. ж. (Ж. Рос. хим. об-ва им. Д.И. Менделеева), 2008. – Т. 52. – № 2. – С. 7–16.
2. Исследование особенностей иммобилизации гетарилформазапов на целлюлозосодержащие матрицы / Т. И. Маслакова, И. Г. Первова, П. А. Маслаков, Е. И. Симонова, А. В. Вураско // Сорбционные и хроматографические процессы. – 2016. – Т.16. – № 6. – С. 847–857.

УДК 676.1

П. В. Мусихин, Е. И. Созонова  
P. V. Musikhin, E. I. Sozonova  
СЛИ, Сыктывкар  
(SFI, Syktyvkar)

# **ИССЛЕДОВАНИЕ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА СОЛОМЫ ЛЮПИНА УЗКОЛИСТНОГО (RESEARCH OF CHEMICAL COMPOSITION OF NARROW-LEAVED LUPINE STRAW)**

*В статье представлены результаты исследований химического состава соломы люпина узколистного с целью поиска альтернативного сырья для получения волокнистых полуфабрикатов.*

*The results of research work regarding chemical composition of narrow-leaved lupine straw are presented in the article. The research is aimed at seeking alternative raw materials for producing fiber.*

Целью работы является исследование химического состава соломы люпина узколистного.

Актуальность темы состоит в том, что солома люпина исследована на состав компонентов впервые и сведения по озаглавленной теме в отечественных литературных источниках не выявлены.

Люпин относится к семейству бобовых. Культура люпина выращивалась в странах, прилегающих к Средиземному морю два тысячелетия до н.э. Насчитывается около двухсот разновидностей этого растения, из них сельскохозяйственное значение имеют следующие: узколистный, или синий (*Lupinus angustifolius* L), белый (*Lupinus albus* L.), желтый (*Lupinus luteus* L.) и многолетний (*Lupinus polyphyllus* Lind). Первый вид люпина представлен на рисунке.



Люпин узколистный или синий (*Lupinus angustifolius* L.)

В отдельных фермерских хозяйствах, возделывающих люпин, получают по 3–4 т/га бобовых зерен и по 30–60 т/га кормовой зелени. Растение используется для закладки силоса, переработки в травяную муку, что является источником полноценного корма скоту и птице. Из семян люпина производят лаки, пластмассы, мыла. Чаще других разновидностей возделывается люпин узколистный. Он неприхотлив в уходе, не боится мороза, отличается быстрым ростом.

Селекционерами выведен высокоурожайный сорт люпина – Гулливер, высота растений которого достигает 100–150 см, урожайность зеленой массы составляет 60–80 т/га.

Стебель растений люпина, как правило, прямой, довольно прочный, со множеством ветвей. Листья пальчатосложные с 7–12 листочками. В зависимости от вида люпина форма листьев бывает разная: у узколистного люпина – линейно-ланцетная, у желтого – обратнойцевидная, у белого – удлинненно-овальная (белый). Соцветие – удлиненная кисть на конце стебля. Плод – боб, в котором 3–7 семян. Посев происходит семенами. Семена люпина разнообразны по форме, размерам и расцветке. У однолетних люпинов семена размером с горох, у многолетних, как крупные семена редиса. Масса 1000 семян многолетнего – 0,025–0,030 кг, желтого люпина 0,13–0,17 кг, узколистного – 0,16–0,19 кг, белого – 0,25–0,45 кг. Уборку люпина предпочтительно производить зерноуборочными комбайнами в утренние и вечерние часы при влажности семян не более 22 %, когда боб становится сизым.

Для выполнения исследовательской работы заготовка соломы люпина производилась в августе, когда бобы имели синий цвет и зеленая масса листьев в основном подсохла. Солома сушилась в естественных условиях до воздушно-сухого состояния.

Составной частью сырья растительного происхождения являются минеральные вещества в основном в виде солей. Определение образующейся золы осуществлялось по ГОСТ Р 56888-2016. Топливо древесное [1].

Не все вещества входят в состав клеточной стенки растений. Они хорошо растворимы в водных растворах и других растворителях, так называемые экстрактивные вещества. Из литературных источников известно, что эта группа углеводов относится к алифатическим и ароматическим веществам. Их состав во многом определяется видом сырья и колеблется от значительного процента до присутствия самых маленьких количеств. Содержание веществ экстрагируемых водой при 100 °С определялось по методике из справочника химика Т. 21 [2].

При воздействии на сечку соломы люпина 60 %-ной азотной кислотой и этанолом лигнин нитруется, частично окисляется и диффундирует в спиртовый раствор. Выделенные волокна оседают на фильтрующей поверхности.

Прочность стеблю люпина, как и в других растениях, обеспечивает лигнин. Он представляет соединение со сложной полимерной структурой. Его содержание определяли по ГОСТ 11960-79 Полуфабрикаты волокнистые и сырье из однолетних растений для целлюлозно-бумажного производства [3].

Метод определения лигнина. Методика основана на воздействии на измельченную солому 72 %-ной  $H_2SO_4$  в модификации Комарова после извлечения из сечки экстрактивных веществ и полисахаридов. Среднее содержание влаги, минеральных веществ, веществ экстрагируемых водой, целлюлозы и лигнина в соломе люпина представлено в таблице.

Среднее содержание компонентов в соломе люпина

№	Влажность, %	Зольность, %	Вещества, экстрагируемые водой, %	Целлюлоза, %	Лигнин, %
1	4,6	8,0	12,0	42,3	21,8

На основании выполненной работы выявлено, что средняя влажность исследуемой соломы люпина составила 4,6 %, зольность 8,0 %, содержание веществ экстрагируемых водой при 100 °С – 12,0 %, содержание целлюлозы 42,3 %, лигнина 21,8 %.

При содержании целлюлозы в соломе 30 % и более она является потенциальным сырьем для производства волокнистого полуфабриката – технической целлюлозы.

#### *Библиографический список*

1. ГОСТ 56888-2016. Топливо древесное. Определение зольности стандартным методом : дата введения 2016-03-09 // СПС «Консультант-Плюс» (дата обращения: 14.10.2020).
2. Химия и химическая технология : Справочник химика 21 : [сайт]. – URL: <https://www.chem21.info> (дата обращения: 22.10.2020).
3. ГОСТ 11960-79. Полуфабрикаты волокнистые и сырье из однолетних растений для целлюлозно-бумажного производства. Метод определения лигнина (с Изменением № 1) : дата введения 1981-01-01 // СПС «КонсультантПлюс» (дата обращения: 22.10.2020).

УДК 674.07

К. А. Оганисян, М. В. Газеев, А. В. Свиридов  
(К. A. Oganisyan, M. V. Gazeev, A. V. Sviridov)  
УГЛТУ, Екатеринбург  
(USFEU, Yekaterinburg)

**ОСНОВЫ РАЗРАБОТКИ РЕЦЕПТУРЫ  
ЛАКОКРАСОЧНОГО МАТЕРИАЛА ДЛЯ СОЗДАНИЯ  
ЗАЩИТНО-ДЕКОРАТИВНЫХ ПОКРЫТИЙ НА ДРЕВЕСИНЕ  
(BASES FOR THE DEVELOPMENT OF A VARNISHING MATERIAL  
FOR THE CREATION OF PROTECTIVE-DECORATIVE COATINGS  
ON WOOD)**

*Рассмотрены вопросы создания рецептуры лакокрасочных композиций для формирования покрытий на изделиях из древесины, планирования эксперимента, приведены требования к защитно-декоративному покрытию.*

*The questions of the creation of the formulation of paint and varnish compositions for the creation of coatings on wood products, the planning of the experiment are considered, the requirements for the protective and decorative coating are given.*

В настоящее время технологии создания защитно-декоративных покрытий (ЗДП) на изделиях из древесины активно развиваются. Технологический процесс создания ЗДП является сложным, многоэтапным и включает в себя: подготовку поверхности древесины к отделке (зачистка, обесмоливание, удаление ворса и др), приготовление рабочего состава лакокрасочного материала (ЛКМ), нанесение слоев покрытий (грунтование, крашение, лакирование и др), сушка покрытия путем интенсификации отверждения горячим воздухом, УФ-излучения и др., облагораживание поверхности (полирование). В зависимости от ЛКМ и требований, предъявляемых к покрытию, подбирают один из нескольких способов нанесения жидкого материала: окунание, налив, нанесение вальцами, пневматическое распыление. Последний является наиболее технологичным и часто применяемым.

Для создания такого покрытия применяются различные ЛКМ [1]. ЛКМ выбирают в зависимости от назначения изделия и требований, предъявляемых ЗДП. В настоящее время существует широкий спектр ЛКМ – лаки, эмали, краски, грунты, шпатлевки, но все еще остро стоит вопрос о создании такой лакокрасочной композиции для изделий из древесины, которая бы удовлетворяла и производителей, и потребителей.

Требования, которые предъявляются к ЛКМ:

- иметь как можно больший сухой остаток в рабочей вязкости;



- быстро отверждаться на поверхности древесины и изделий из нее без значительной объемной усадки и внутренних напряжений;
- обладать высокой адгезией к древесной подложке и смежным слоям покрытий;
- хорошо растекаться на поверхности, образуя при этом ровное покрытие с высокими декоративными показателями;
- иметь высокие показатели по твердости в сочетании с эластичностью, абразивостойкости, морозостойкости, теплостойкости и водостойкости.

В зависимости от требований, предъявляемых к покрытию, возможно добавление пластификаторов (для пластичности покрытия), разбавителей (для создания нужной вязкости), ускорителей (для регулирования времени пленкообразования) и др.

После того как была подобрана примерная рецептура, проводят пробный эксперимент, на основе которого можно составить окончательный состав лакокрасочной композиции. Для испытаний материала составляют план эксперимента.

Для оценки жидкого лакокрасочного материала в лаборатории определяют показатели преломления на рефрактометре РПЛ-3, вязкости на вискозиметре ВЗ-4, содержание сухого остатка, расход материала, показатель розлива, времени пленкообразования.

Под планированием эксперимента подразумевается совокупность приемов и методов, позволяющих оптимальным образом получить информацию о сложных технологических процессах и использовать эту информацию для исследования и совершенствования (оптимизации) процессов. Основой научного подхода к оптимизации технологических процессов является их математическое моделирование [2].

При испытании лакокрасочных покрытий обычно используются планы второго порядка, например планы Бокса-Хантера, Коно, Бокса, Хартли в зависимости от количества варьируемых параметров. На рисунке представлена сетка плана эксперимента в общем виде, где  $X_1$ ,  $X_2$ ,  $X_3$  – варьируемые факторы эксперимента (например, количество ПАВ, пластификатора, ускорителя в рецептуре), 1 – верхний уровень значения фактора -1 – нижний, а 0 – основной. Значения уровней выбираются в зависимости от допустимой концентрации наполнителя в составе, а также от установленного шага варьирования [3].

Также для более точного исследования необходимо проводить минимум по три повтора. Таким образом, для плана эксперимента, который приведен на рисунке, необходимо проводить 42 опыта.

Для оценки ЗДП проводят следующие исследования: измерение толщины покрытия на двойном микроскопе МИС-II, твердости покрытия на маятниковом приборе М-3 по ГОСТ 5233-89, прочности на изгиб на шкале

гибкости, прочность на удар на приборе У-1а, определение влагопоглощения, теплостокойсти, блеска на блескомере ФБ-2, адгезии.

№ эксперимента	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>
1	1	1	1
2	-1	1	1
3	1	-1	1
4	-1	-1	1
5	1	1	-1
6	-1	1	-1
7	1	-1	-1
8	-1	-1	-1
9	1	0	0
10	-1	0	0
11	0	1	0
12	0	-1	0
13	0	0	1
14	0	0	-1

План Бокса; m = 3

После проведения многофакторного эксперимента необходимо произвести статистическую обработку, на основе которой будет построена математическая модель для получения режимных параметров создания защитно-декоративного покрытия.

Для того чтобы оставаться конкурентоспособными производителям изделий из древесины и древесных материалов, необходимо постоянно заниматься общей оптимизацией процессов и технологией создания защитно-декоративных покрытий. Таким образом, разработка новых рецептур лакокрасочных композиции остается актуальным вопросом в настоящее время.

### *Библиографический список*

1. Прието Дж., Кине Ю. Древесина. Обработка и декоративная отделка. – М. : Пэйнт IMEDMA, 2008. – 392 с.
2. Пен Р. З., Менчер Э. М. Статистические методы в целлюлозно-бумажном производстве. – М. : Лесная промышленность, 1973. – 119 с.
3. Антакова В. Н., Морий М. В. Основы научных исследований в деревообработке : метод. указания. – Екатеринбург : УГЛТУ, 1998, – 40 с.

УДК 630\*621, 630\*587.1

А. В. Суслов, Н. И. Плюха, А. В. Шестаков  
(A. V. Suslov, N. I. Plukha, A. V. Shestakov)  
УГЛТУ, Екатеринбург  
(USFEU, Yekaterinburg)

**РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ФОТОФИКСАЦИИ МЕРОПРИЯТИЙ  
ПО ЗАГОТОВКЕ ДРЕВЕСИНЫ И ЛЕСОВОССТАНОВЛЕНИЮ  
С ПОМОЩЬЮ ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ**  
(GUIDELINES FOR PHOTOGRAPHIC RECORDING  
OF THE LOGGING AND REFORESTATION ACTIVITIES  
WITH THE HELP OF GIS TECHNOLOGIES)

*Разработана поэтапная технология работ по проведению фотофиксации мероприятий по заготовке древесины и лесовосстановлению. Рассмотрены основные нормативно-законодательные документы. Даны рекомендации по использованию моделей навигаторов и программного обеспечения.*

*The article presents a step-by-step technology developed for photo-fixing wood harvesting and reforestation activities. The main regulatory and legislative documents are considered. Recommendations are given for using models of navigators and software.*

Рациональное использование лесов при заготовке древесины и их воспроизводство – важная задача лесного хозяйства. В современных условиях арендные отношения являются основной формой организации использования лесов. Государство осуществляет контроль за соблюдением лесного законодательства и проверку качества работ, выполненных арендатором. Одним из инструментов рационального лесного хозяйства является фото- и видеофиксация мероприятий по использованию лесов и их лесовосстановлению.

В соответствии со ст. 49 и 66 Лесного кодекса Российской Федерации и приказом Минприроды России от 21.08.2017 N 452 «Об утверждении перечня информации, включаемой в отчет о воспроизводстве лесов и лесоразведении, формы и порядка представления отчета о воспроизводстве лесов и лесоразведении, а также требований к формату отчета о воспроизводстве лесов и лесоразведении в электронной форме», лица, использующие леса, должны сдавать отчеты об использовании и воспроизводстве лесов [1, 3].

При составлении отчетов в целях подтверждения выполненных мероприятий необходимо прилагать материалы дистанционного зондирования, фото- и видеофиксации. В прил. 3 к приказу Минприроды России от

21.08.2017 N 452 прописан общий порядок предоставления этих материалов и их требования [3].

В настоящее время в основном применяют фото- и видеофиксацию. При значительных территориях лесов и большим объемом мероприятий фотографирование участков с их географической привязкой является довольно трудоемким. Современные информационные технологии позволяют значительно облегчить работы по фото- и видеофиксации.

Работники лесного хозяйства все чаще используют портативные навигаторы, преимущественно импортного производства. Система GPS (глобальная система позиционирования) относится к спутниковым навигационным системам США. Она включает космический сегмент (24 искусственных спутника Земли на околоземных орбитах), наземные станции слежения и аппаратуру потребителя в виде GPS-приемников.

В настоящее время выпускаются устройства двойного назначения, которые одновременно принимают сигналы от спутников как американской системы GPS, так и российской – ГЛОНАСС [2].

Цель работы: разработка рекомендаций по фотофиксации мероприятий по использованию лесов в целях заготовки древесины и лесовосстановлению с применением геоинформационных технологий.

Работы проводились на территории Сухоложского лесничества в границах арендованного лесного участка.

Одним из условий к фотоматериалам является их географическая привязка. С этой целью целесообразно производить фотофиксацию с помощью GPS/GLONASS навигаторов со встроенной камерой. Мы использовали навигаторы Garmin Oregon 650, Garmin Montana 680.

Работы можно разделить на несколько этапов.

**Первый этап.** Загрузка квартальной и векторной сети, а также границ участков с выполненными мероприятиями в навигатор. Для этого использовали программу Quantum GIS с открытым ключом. С помощью модуля GarminCustomMap мы загрузили всю необходимую информацию в навигатор.

**Второй этап.** Непосредственно фотографирование на местности мероприятий по заготовке древесины и лесовосстановлению. Фотофиксация при всех видах рубок осуществляется из поворотных точек границ лесосек по часовой стрелке, начиная от столба на углу, к которому произведена инструментальная привязка. Из каждой поворотной точки производится два снимка в двух направлениях (один вглубь участка, другой в сторону поворотной точки), при этом одновременно необходимо зафиксировать координаты поворотной точки. Количество точек съемки не должно превышать 12 (всего не более 24-х фотографий с лесосеки).

**Третий этап.** Обработка фотографий и нанесение на них координат. Данные работы проводили с помощью программы GPSmapedit. Эта программа предназначена для визуального редактирования GPS-карт в различных форматах. Она позволяет загружать, выгружать и конвертировать

GPS-треки, путевые точки, маршруты, а также фотографии с геопривязкой. Система меню, панель инструментов в GPSmapedit схожи с другими программами ГИС.

После подключения навигатора через меню работы с файлами открываем сначала маршрутные точки, затем добавляем с навигатора фотографии. На окне карты в виде флажков отображаются поворотные точки лесосеки, рядом отображаются фотографии (рис.1). При двойном нажатии на значок изображения отрывается фотография. Затем нажимаем открыть с помощью Paint 3D, копируем координаты маршрутной точки и вставляем на фотографию. Пример фотографии лесосеки с координатами показан на рис. 2.

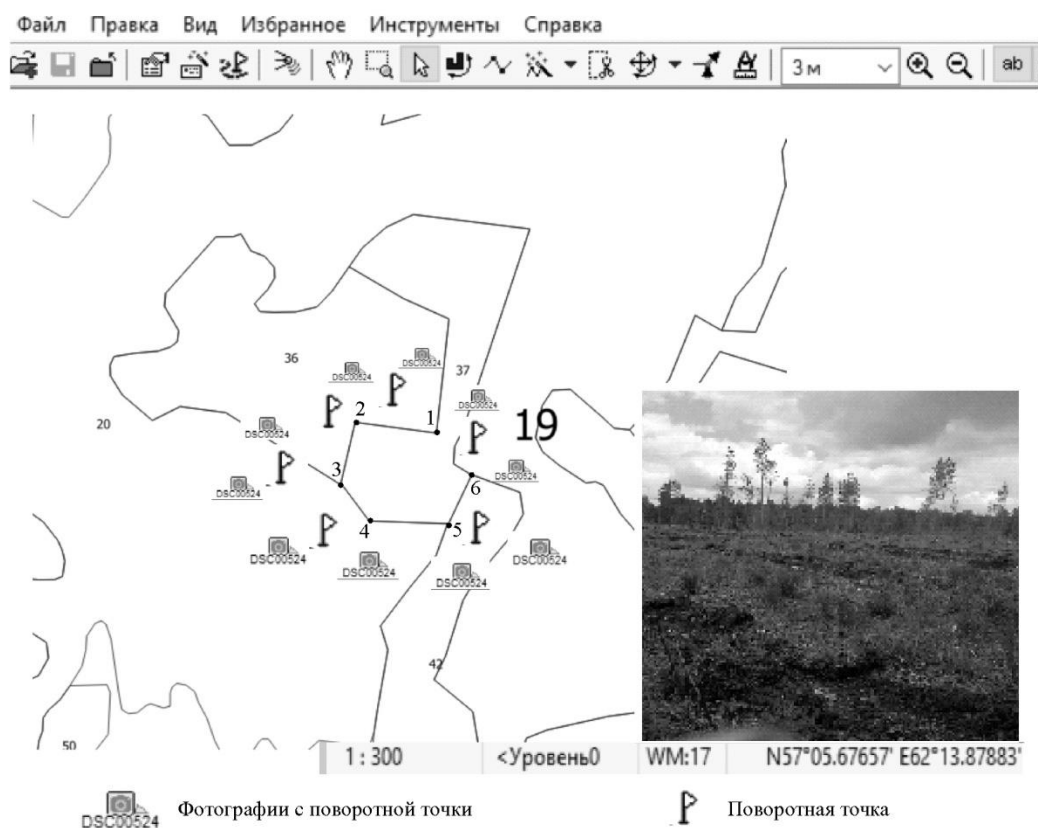


Рис. 1. Окно карты программы GPSmapedit

**Четвертый этап.** Нанесение подписей на файлы фотографий, структурирование их по папкам.

Каждую фотографию рекомендовано подписывать следующим образом: 1Ас\_ПРХ\_25\_3, где 1 – порядковый номер фото; Ас – сокращенное название участкового лесничества (не более 2-х символов); ПРХ – аббревиатура, обозначающая вид мероприятия (ОСВ – осветление, ПРЧ – прояснение, ПРЖ – прореживание, ПРХ – проходная рубка, ССР – сплошная санитарная рубка, ВСР – выборочная санитарная рубка, СР – сплошная рубка, ЧПР – чересполосная постепенная рубка, ДВР – добровольно-

выборочная рубка, ЛК – лесные культуры, ДОП – дополнение лесных культур, ПОД – подготовка почвы, АНШ – аншлаги, УХ – уход); 25 – номер квартала; 3 – номер выдела.



Рис. 2. Фотография лесосеки с координатами

Материалы фотофиксации записываются на CD-носитель и прикладываются к отчету.

Таким образом фотофиксация позволяет подтвердить факт выполнения и местоположения мероприятий по использованию лесов в целях заготовки древесины и лесовосстановлению.

Разработанные методические подходы с применением геоинформационных технологий позволят упростить работы по фотофиксации лицам, использующих леса.

### *Библиографический список*

1. Лесной кодекс Российской Федерации: федер. закон: [принят Гос. Думой 8 ноября 2006 г.: одобр. Советом Федерации 24 ноября 2006 г.]. – URL.: <http://base.consultant.ru> (дата обращения 18.10.2020).
2. Нагимов З. Я., Шевелина И. В., Коростелев И. Ф. Приборы, инструменты и устройства для таксации леса : учебное пособие. – Екатеринбург : Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2019. – 214 с.

3. Приказ Минприроды России от 21.08.2017 № 451 «Об утверждении перечня информации, включаемой в отчет об использовании лесов, формы и порядка представления отчета об использовании лесов, а также требований к формату отчета об использовании лесов в электронной форме» (Зарегистрировано в Минюсте России 22.12.2017 N 49380). – URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_286062](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_286062) (дата обращения: 18.10.2020).

УДК 674.049.2

Н. А. Тарбеева, О. А. Рублева  
(N. A. Tarbeeva, O. A. Rubleva)  
ВятГУ, Киров  
(VyatSU, Kirov)

**ОБОСНОВАНИЕ РЕЖИМОВ ПРЕССОВАНИЯ ЗАГОТОВОК  
ИЗ ДРЕВЕСИНЫ СОСНЫ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ  
ОБЛИЦОВОЧНОЙ ПЛИТКИ  
(JUSTIFICATION OF MODES OF PRESSING PINE WOOD  
BLANKS FOR PRODUCTION OF FACING TILES)**

*Отсутствие оптимальных режимов прессования деревянных заготовок сдерживает процесс изготовления упрочненной облицовочной плитки. Цель исследования – установить влияние режимов прессования сосновых заготовок на показатели качества плитки. Получены зависимости изменения степени уплотнения и шероховатости поверхности заготовок, на их основании определены оптимальные режимы прессования.*

*The lack of optimal modes of pressing wood blanks restrains the process of manufacturing strengthened facing tiles. The aim of the study is to establish the effect of pressing modes of pine blanks on the quality of tiles. The dependences of the change in the degree of compaction and roughness of the surface of the blanks were obtained, on their basis, the optimal modes of pressing were determined.*

Облицовочная плитка из древесины является относительно новым отделочным материалом. Для ее производства применяют в основном дефицитную твердолиственную древесину (ясень, дуб). Использование мягколиственных и хвойных древесных пород для производства облицовочной плитки ограничено. Это связано с невысокими показателями твердости, износостойкости и эстетичности. Инновационная технология декоративной упрочняющей обработки заготовок из древесины [1] позволяет изготавливать отделочные материалы высокого качества, в том числе облицовочную плитку, из малоценных заготовок хвойных пород.

Данная технология изготовления облицовочной плитки основывается на совокупном применении технологических операций обжига, браширования, прессования и термической обработки заготовок из древесины. Ключевой операцией процесса является операция прессования. В настоящий момент времени отсутствие четких режимов обработки заготовок прессованием сдерживает внедрение данной технологии в производство и приводит к необходимости проведения экспериментальных исследований.

Перед их проведением необходим анализ, направленный на установление оценочных показателей, которые одновременно будут определять результат операции прессования и характеризовать конечный уровень качества продукции. Согласно развернутой и конкретной номенклатуре показателей качества для отделочных материалов [2], составленных на основании ГОСТ 4.200-78 «Система показателей качества продукции (СПКП). Строительство. Основные положения» [3], к наиболее важным оценочным показателям следует отнести уплотнение древесины как опосредованную оценку твердости и шероховатость поверхности как показатель, отвечающий за гигиенические свойства готовых изделий. Таким образом, данные показатели выбраны в качестве зависимых переменных (откликов) при проведении экспериментов.

Эксперименты, проведенные на начальном этапе исследования способа декоративной упрочняющей обработки заготовок, позволили установить общие закономерности изменения физико-механических свойств деревянных заготовок в процессе прессования, определить рациональные диапазоны варьирования факторов и предварительные режимы обработки [4].

Для уточнения полученных ранее данных и определения оптимальных режимов обработки заготовок прессованием дополнительно проведен трехуровневый двухфакторный эксперимент  $3^2$  на образцах из древесины сосны размерами  $33 \times 33 \times 10$  мм влажностью 8 %. Варьируемые факторы – *Угол наклона волокон в заготовке  $\alpha$* , определяемый как острый угол между пластью заготовки и касательной, проведенной к годичным кольцам на седине толщины и ширины заготовки; *Степень прессования  $\varepsilon$* . Исследуемые зависимые переменные (отклики) – *Степень уплотнения  $\gamma$*  и *Шероховатость поверхности  $R_{\text{max}}$* . Результаты эксперимента представлены в таблице.

По итогам эксперимента в программе STATISTICA проведена статистическая обработка данных, получены следующие результаты.

Установлено, что на отклик *Степень уплотнения* наиболее значительное влияние оказывает *Степень прессования*, о чем свидетельствует карта Парето-эффектов, представленная на рис. 1. Причем статистически значимыми являются как главные линейные эффекты варьируемых факторов (L), так и квадратичные (K). Уточненная математическая модель *Степени уплотнения  $\gamma$*  заготовок имеет вид:

$$\gamma = 183,29 - 2,3822\alpha + 0,0467\alpha^2 - 2,3823\varepsilon + 0,0383\varepsilon^2. \quad (1)$$



Полученная модель не включает эффекты взаимодействия факторов по причине их незначимости, тем не менее ее можно считать достоверной, так как коэффициент детерминации модели  $R^2 = 0,99$  и доверительная вероятность, оцененная благодаря анализу остатков,  $D = 98,4 \%$ .

### Результаты эксперимента

№ опыта	Факторы		Отклики	
	Угол наклона волокон $\alpha$ , град.	Степень прессования $\varepsilon$ , %	Степень уплотнения $\gamma$ , %	Шероховатость поверхности $R_{\text{max}}$ , мкм
1	10	40	130,25	250,00
2	10	50	139,51	266,67
3	10	60	160,23	263,33
4	20	40	121,07	203,33
5	20	50	132,6	206,68
6	20	60	146,93	216,68
7	30	40	119,03	350,00
8	30	50	130,18	290,00
9	30	60	150,05	266,67

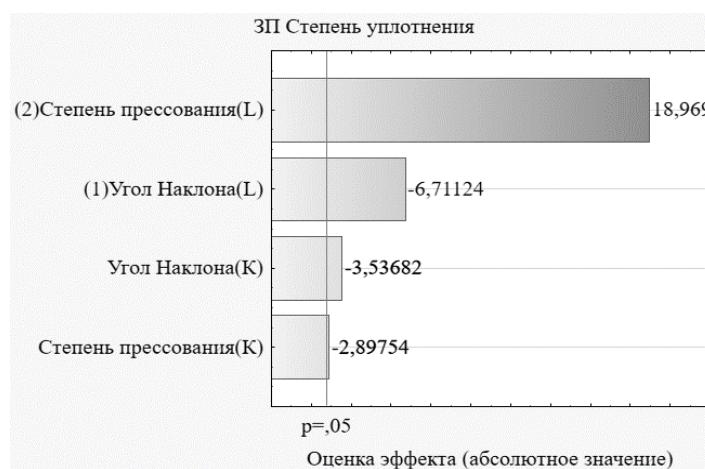


Рис. 1. Карта Парето-эффектов

По графику подогнанной поверхности, представленной на рис. 2, а, определены области, где отклик *Степень уплотнения*  $\gamma$  принимает благоприятные значения:  $\alpha$  не более  $24^\circ$ ,  $\varepsilon$  не менее 50 %.

Аналогичный анализ проведен для отклика *Шероховатость поверхности*. В данном случае математическая модель имеет вид:

$$R_{\text{max}} = 68,9367 - 28,5620\alpha + 1,9309\alpha^2 + 20,2855\varepsilon - 0,2446\varepsilon^2 - 0,6917\alpha\varepsilon + 0,0142\alpha\varepsilon^2 - 0,242\alpha^2\varepsilon. \quad (2)$$

Наиболее сильная корреляция наблюдается между зависимой переменной и квадратичным и линейными эффектами фактора *Угол наклона* –  $\alpha^2$  и  $\alpha$ , а также зависимой переменной и взаимодействием факторов  $\alpha\epsilon$ . Коэффициент детерминации модели  $R^2 = 0,99$ .

По графику подогнанной поверхности для отклика *Шероховатость* (рис. 2, б) благоприятными областями определения факторов являются: *Угол наклона*  $\alpha = 16...28^\circ$ , *Степень прессования*  $\epsilon$  не более 60 %.

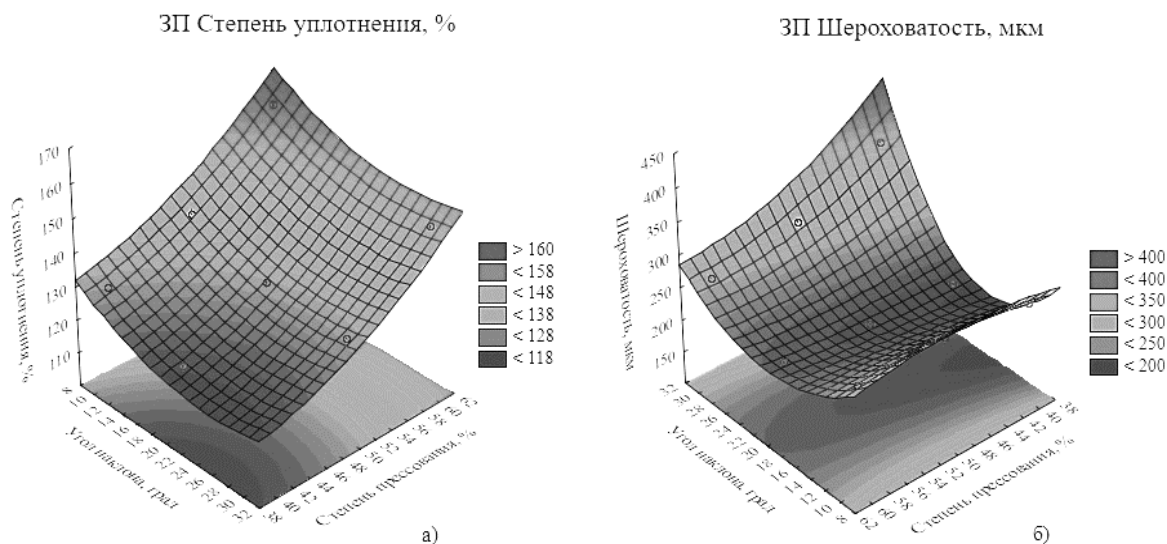


Рис. 2. Графики зависимости:  
а – Степени уплотнения  $\gamma$  от Угла наклона волокон в заготовке  $\alpha$  и Степени прессования  $\epsilon$ ;  
б – Шероховатости поверхности  $R_{\text{max}}$  от Угла наклона волокон в заготовке  $\alpha$  и Степени прессования  $\epsilon$

Для установления оптимальных режимов обработки заготовок прессованием необходим одновременный анализ двух откликов *Степень уплотнения*  $\gamma$  и *Шероховатость поверхности*  $R_{\text{max}}$ . С этой целью строят график профилей желательности (рис. 3).

На графиках (рис. 3, а, б, в, г) изображены срезы подогнанных функций от зависимых переменных *Угол наклона* и *Степень прессования*. Графики (рис. 3, д, е) показывают изменения функции желательности при вариации соответствующих факторов. Оптимальные уровни отображены вертикальными линиями. Так, оптимальными можно считать режим обработки заготовок с углом наклона волокон  $\alpha = 15^\circ$  до степени прессования  $\epsilon = 60\%$ . На практике достижение такой точности не всегда достижимо, в связи с этим оптимальными можно считать режимы в диапазоне значений  $\alpha = 10...25^\circ$ ,  $\epsilon = 55...60\%$ .

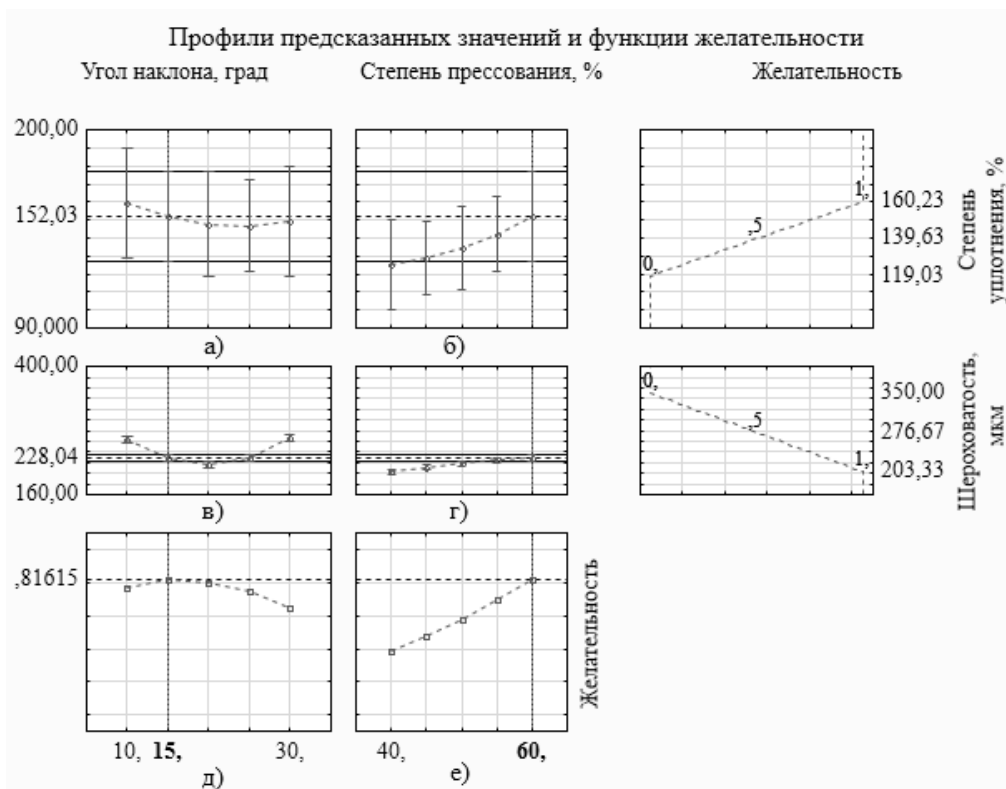


Рис. 3. Профили предсказанных значений и функции желательности

Таким образом, в результате проведенного экспериментального исследования установлены оптимальные режимы прессования заготовок из древесины сосны для изготовления облицовочной плитки:  $\alpha = 10...25^\circ$ ,  $\varepsilon = 55...60\%$ . Следующим этапом исследований является апробация полученных результатов в производственных условиях.

### Библиографический список

1. Пат. 2704849 Российская Федерация, МПК В27В 33/08 Способ декоративной упрочняющей обработки изделий из древесины / О. А. Рублева, Н. А. Тарбеева; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВО «Вятский государственный университет» – № 2018122586; заявл. 20.08.2018; опубл. 31.10.2019, Бюл. № 18.
2. Рублева О. А., Тарбеева Н. А., Паскарь В. С. Оценка уровня качества декоративных отделочных материалов из древесины на этапе проектирования продукции // Деревообработка: технологии, оборудование, менеджмент XXI века : тр. XIII Межд. Евразийского симпозиума. – Екатеринбург : Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2018. – С. 93–98.
3. ГОСТ 4.200-78. Система показателей качества продукции (СПКП). Строительство. Основные положения. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200013555> (дата обращения: 09.05.2018).

4. Тарбеева Н. А., Рублева О. А. Экспериментальное исследование влияния режимов пьезотермической обработки на степень уплотнения заготовок из древесины сосны // Деревообработка: технологии, оборудование, менеджмент XXI века : тр. XIV Межд. Евразийского симпозиума 17–20 сентября 2019 г. – Екатеринбург : Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2019. – С. 75–81.

УДК 674.419.32+665.939.57+66.095.92

А. Ю. Тесленко, О. Ф. Шишлов, В. В. Глухих  
(A. Y. Teslenko, O. F. Shishlov, V. V. Glukhikh)  
УГЛТУ, Екатеринбург  
(USFEU, Yekaterinburg)

**ПОЛУЧЕНИЕ ДРЕВЕСНО-СЛОИСТОГО ПЛАСТИКА  
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КАРДАНОЛСОДЕРЖАЩЕГО  
ОСНОВАНИЯ МАННИХА**  
(PRODUCTION OF WOOD-LAMINATED PLASTIC,  
USING A CARDAMOM-CONTAINING MANNICH FOUNDATION)

*Рассмотрено влияние технологии изготовления древесно-слоистого пластика на его физические свойства.*

*The influence of the manufacturing technology of wood-laminated plastic on its physical properties is considered.*

В настоящее время для производства древесно-слоистых пластиков (ДСП) используются связующие на основе фенольно-формальдегидных смол, а в частности бакелитовые лаки по ГОСТ 901-2017. Недостатком бакелитовых лаков является эмиссия фенола, формальдегида в процессе эксплуатации древесно-композитного материала (ДКМ).

Перспективными связующими для производства ДСП являются двухкомпонентные системы, состоящие из эпоксидной смолы (ЭС) и отвердителя [1–2]. Традиционно используемыми отвердителями ЭС являются полиэтиленполиамины (ПЭПА), циклоалифатические и циклоароматические амины. Данные отвердители обладают недостатками (высокая токсичность, резкий аминный запах, высокая экзотерма реакции отверждения), которые отсутствуют у такого класса отвердителей как фенолкамины.

Фенолкамины – карданолсодержащие основания Манниха являются альтернативой традиционно используемым отвердителям. Связующие на их основе обладают рядом неоспоримых преимуществ: использование возобновляемого сырья при производстве фенолкамина, низкая вязкость, низкая токсичность (3–4 класс опасности), высокая толерантность к различ-

ным поверхностям, высокая химическая стойкость, а также способность отверждать ЭС при температурах ниже 0 °С.

Феналкамины получают из карданола, формальдегида и амина. Карданол является природным возобновляемым сырьем, выделяемым из жидкости скорлупы ореха кешью [3].

Для изучения влияния технологии изготовления на свойства получаемого ДСП нами были изготовлены два образца семислойной ДСП с использованием связующего С-1, состоящего из эпоксидной смолы ЭД-20, феналкамина D-1 и растворителя ксилола, табл. 1.

Таблица 1

Состав связующего С-1

Компонент	Содержание, %
ЭД-20	35,7
D-1	14,3
Ксилол	50,0

Пропитка и сушка листов березового шпона осуществлялась следующим образом, табл. 2.

Таблица 2

Параметры пропитки листов шпона

№ технологии	Описание способа пропитки листов шпона
1	Необходимое количество листов шпона пропитывали связующим в течение 1 часа, затем остаткам связующего давали стечь. Полученные листы шпона сушили при 20–25 °С в сушильной камере с принудительной конвекцией в течение 24 часов. Непосредственно перед прессованием на листы шпона с двух сторон кистью было нанесено связующее С-1. Расход связующего С-1 составил 200 г/м <sup>2</sup> .
2	Листы шпона пропитывали связующим в течение 1 часа, затем остаткам связующего давали стечь. Полученные листы шпона сушили при 20–25 °С в сушильной камере с принудительной конвекцией в течение 1 часа. Далее листы были собраны в семислойный в пакет с чередованием направления древесного волокна. Расход связующего С-1 составил 200 г/м <sup>2</sup> .

Прессование семислойных пакетов велось в одинаковых условиях, табл. 3.

Таблица 3

## Условия прессования ДСП

Стадия 1 – Подпрессовка пакета при 75 °С	
Давление, МПа	2,0
Температура, °С	75
Время, мин.	40
Стадия 2 – Разогрев плит пресса до температуры 125 °С	
Время, мин.	60
Стадия 3 – Прессование пакета при 125 °С	
Давление, МПа	14,0
Температура, °С	125
Время, мин.	9
Стадия 4 – Охлаждение плит пресса до температуры 50 °С	
Давление, МПа	14,0
Время, мин.	30

По достижении плитами пресса температуры 50 °С, пакет дополнительно выдерживали в течение 30 минут при давлении 14 МПа.

Полученные образцы семислойного ДСП были испытаны по ГОСТ 9621, результаты испытаний приведены в табл. 4.

Таблица 4

## Свойства полученных семислойных образцов ДСП

Технология №	Свойства ДСП						
	Выдерживание в кипящей воде при температуре 100 °С в течение 1 ч		Выдерживание в кипящей воде при температуре 100 °С в течение 6 ч		Объемное разбухание за 24 ч, %	Водопоглощение за 24 ч, %	Плотность, г/см <sup>3</sup>
	Предел прочности при скалывании по клеевому слою, $\tau_{ск}$ , МПа	Коэффициент разрушения древесины, %	Предел прочности при скалывании по клеевому слою, $\tau_{ск}$ , МПа	Коэффициент разрушения древесины, %			
1	5,49	82	3,34	98	23	14	1,195
2	9,34	12	5,32	2	17	6	1,228

На основании полученных данных мы сделали выводы о том, что расход связующего не влияет на такие показатели как: плотность, объемное разбухание и водопоглощение. Данные параметры зависят от времени сушки листов шпона после пропитки связующим.

Также стоит отметить, что с увеличением времени сушки листов шпона, после их пропитки связующим увеличиваются такие показатели как объемное разбухание, водопоглощение и когезионное разрушение. Это связано с тем, что с увеличением времени сушки реакция между эпоксидной смолой и отвердителем проходит глубже.

### *Библиографический список*

1. Пат. CN106633493(A). Китайская Народная Республика, заявл. 10.05.2017.
2. Пат. CN106967351(A). Китайская Народная Республика, заявл. 21.07.2017.
3. Tyman J.H. Long chain phenols: Part XI. Composition of natural cashew nutshell liquid (*Anacardium occidentale*) from various sources // *Lipids*. – 1978. – V.13. – № 8. – P. 525–532.

УДК 678

И. В. Тычинкин, О. Ф. Шишлов, В. В. Глухих  
(I. V. Tychinkin, O. F. Shishlov, V. V. Glukhikh)  
УГЛТУ, Екатеринбург  
(USFEU, Yekaterinburg)

### **ВЛИЯНИЕ ЛИГНИНА НА РЕАКЦИОННУЮ СПОСОБНОСТЬ РЕЗОЛЬНОЙ ФЕНОЛФОРМАЛЬДЕГИДНОЙ СМОЛЫ (INFLUENCE OF LIGNIN ON THE REACTIVITY OF RESOLUTION PHENOLFORMALDEHYDE RESIN)**

*В статье рассмотрено влияние лигнина на реакционную способность фенолформальдегидной смолы. Для определения кинетических характеристик отверждения смолы, модифицированной лигнином, по сравнению со стандартной фенолформальдегидной смолой использовали дифференциальную сканирующую калориметрию (ДСК).*

*The paper considers the effect of lignin on the reactivity of phenol-formaldehyde resin. Differential scanning calorimetry (DSC) was used to determine the kinetic characteristics of curing a resin modified with lignin in comparison with a standard phenol-formaldehyde resin.*

## Введение

Лигнин – один из основных компонентов лигноцеллюлозной биомассы [1]. Лигнин является второй [2] по величине природной биомассой после целлюлозы, и его можно найти в наземных растениях на Земле. Он состоит из 20–30 % клеточных стенок древесных растений, образуя матрикс, окружая целлюлозу и гемицеллюлозу, он обеспечивает прочность и защиту растения. Лигнин – это трехмерная макромолекула с высокой степенью сшивки, связанная в основном двумя типами связей: конденсированными и эфирными. Эфирная связь [2] является доминирующей связью среди трех типов замещенных фенолов, включая конифериловый, синапиловый и п-кумариловый спирты с образованием огромного количества функциональных групп. Химическая структура лигнина зависит не только от природы растительного сырья, но и от метода выделения. В эксперименте использовали гидролизный лигнин [3], который представлен в виде аморфного порошкообразного вещества, имеющего специфический запах светлокремового или же темно-коричневого цвета, плотность которого составляет 1,20–1,45 г/см<sup>3</sup>. Молекулярная масса составляет от 5000 до 10000.

Лигнинсодержащие продукты используются в основном для модификации синтетических смол в соответствии с принципами «зеленой химии» с целью уменьшить выделения мономеров формальдегида и фенола, а также чтобы повысить физико-механические свойства изделий и удешевить готовую продукцию [1].

## Методы и материалы

Для того чтобы оценить реакционную способность смолы, была выбрана резольная фенолформальдегидная смола, которая используется в производстве вспененных композиционных материалов.

Основные характеристики резольной фенолформальдегидной смолы представлены в таблице.

Показатели резольной фенолформальдегидной смолы

Наименование	Показатель
Условная вязкость при 25 °С, сПз	10000
Массовая доля щелочи, %	0,55
Массовая доля нелетучих веществ (сухой остаток), %	81,3
Массовая доля свободного формальдегида, %	0,2
Массовая доля свободного фенола, %	1,8
Кислотность, рН	6,9 – 7,0

Для изучения влияния лигнина на резольную фенолформальдегидную смолу отбирали навеску смолы в количестве 2 г и в нее вводили порошкообразный крафт – лигнин в количестве 10 масс. ч. от общей навески смо-



лы. Полученную смесь перемешивали в ступке до полной однородности компонентов.

Для проведения исследования кинетики отверждения фенолформальдегидных смол был использован дифференциально-сканирующий калориметр DSC 823e/700 производства компании Mettler Toledo [4].

Измерения тепловых потоков были проведены с использованием закрытых стальных 120 мкл тиглей на анализаторе DSC (ДСК измерения), которые способны выдерживать давление паров до 2 МПа. Скорости нагрева составлял 5, 10 и 20 °С/мин. соответственно. Динамические ДСК измерения были проведены в диапазоне температур от 100 до 200 °С. Масса одной навески образца смолы была 3–5 мг.

Обработка результатов была проведена с использованием метода безмодельной кинетики (МФК) по Вязовкину при помощи программного обеспечения STAReSW 9.01 [4].

В ходе эксперимента для резольной фенолформальдегидной смолы с добавлением лигнина и без него при трех скоростях нагрева в диапазоне температур 100–200 °С были получены кривые ДСК, которые имели явные различия при достижении одинаковой степени превращения  $\alpha = 90\%$ . Полученные данные представлены на рис. 1 и 2.

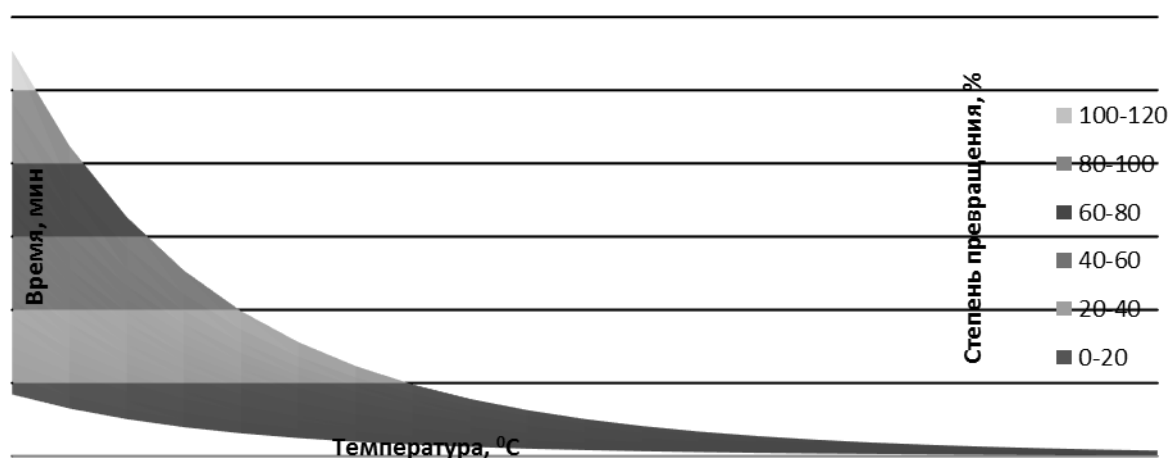


Рис. 1. Поверхность зависимости времени протекания реакции отверждения стандартной фенолформальдегидной смолы от температуры и степени превращения  $\alpha$

Резольная фенолформальдегидная смола на начальных этапах быстрее достигает определенной степени отверждения, чем смола, модифицированная лигнином.

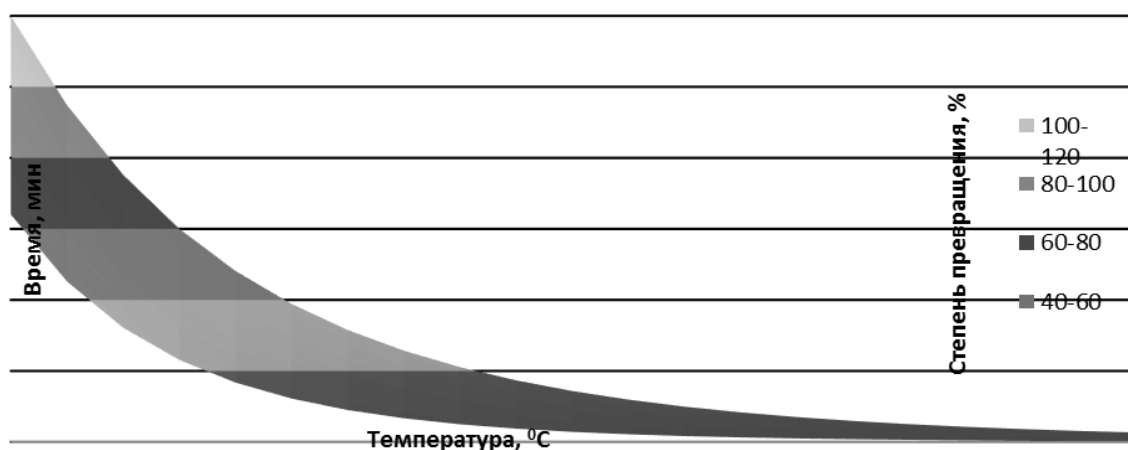


Рис. 2. Поверхность зависимости времени протекания реакции поликонденсации стандартной фенолформальдегидной смолы с 10 масс.ч. лигнина от температуры и степени превращения  $\alpha$

Введение лигнина в смолу значительно замедляет ее время отверждения, что вероятнее всего повлияет на процесс производства и качество готовых изделий из данной смолы. Еще одним отличием является энергия активации полученных смол, результаты которых представлены на рис. 3.

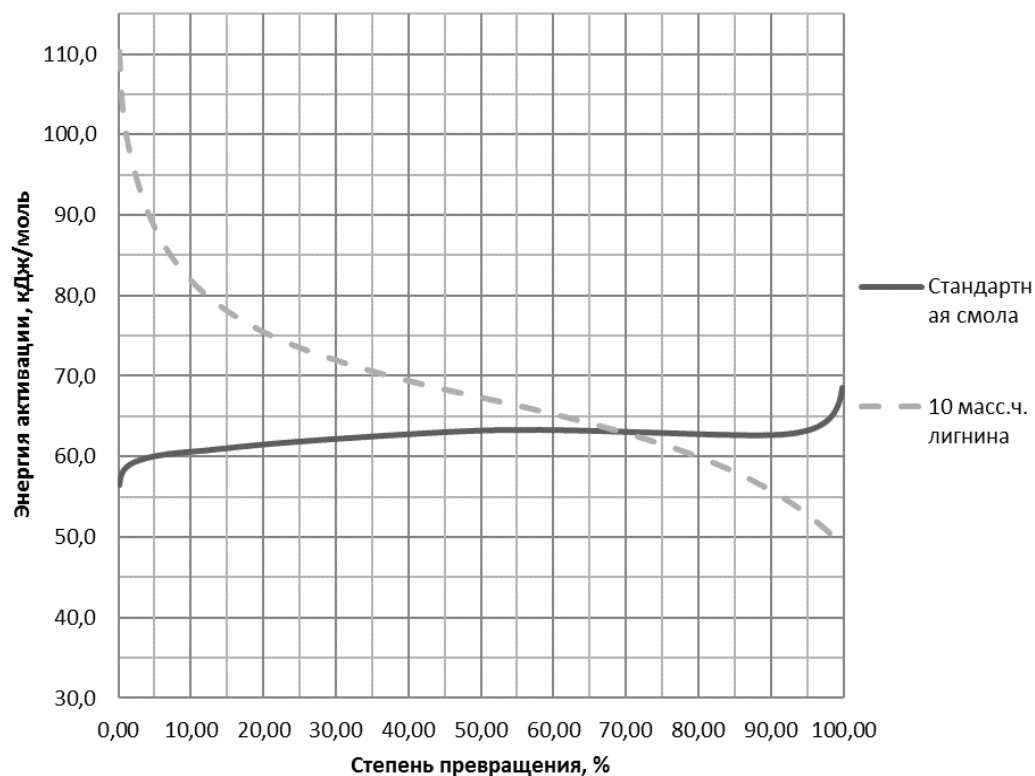


Рис. 3. Зависимость энергии активации реакции отверждения резольных фенолформальдегидных смол с лигнином и без от степени превращения  $\alpha$

Полученные данные свидетельствуют о том, что лигнин способен существенно повлиять на время отверждения фенолформальдегидной смолы. Чтобы избежать подобного эффекта, вероятнее всего необходимо дополнительно с лигнином вводить в смолу ускорители или же вводить лигнин непосредственно на стадии синтеза смолы.

### **Заключение**

1. Изучена формальная кинетика процессов отверждения, методом дифференциальной сканирующей калориметрии (ДСК), жидкой резольной фенолформальдегидной смолы с добавлением лигнина и без него.

2. Установлено, что введение лигнина в количестве 10 масс.ч. замедляет реакцию поликонденсации резольной фенолформальдегидной смолы.

### *Библиографический список*

1. Raj A., Devendra L., Sukumaran R. Comparative evaluation of laccase mediated oxidized and unoxidized lignin of sugarcane bagasse for the synthesis of lignin-based formaldehyde resin // J. Industrial Crops and Products. – 2020. DOI: 10.1016/j.indcrop. – 2020. – 112385. – Pp. 1–9.

2. Yang W., Rallini M., Natali M. Preparation and properties of adhesives based on phenolic resin containing lignin micro and nanoparticles: A comparative study// J. Materials & Design. – 2019. DOI: 10.1016/j.matdes. – 2018. – 11.032. – Pp. 55–63.

3. Шкуро А. Е., Кривоногов П. С. Исследование возможности получения древесно-полимерных композитов с гидролизным лигнином = Wood-polymer composites with the hydrolysis lignin // Инновации – основа развития целлюлозно-бумажной и лесоперерабатывающей промышленности : мат. VI Всерос. отраслевой науч.-практ. конф. «Перспективы развития техники и технологий в целлюлозно-бумажной и лесоперерабатывающей промышленности», 23-24 марта 2018 г. – Екатеринбург : Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2018. – С. 73–78.

4. Шишлов О. Ф., Баулина Н. С., Глухих В. В. Лигнинсодержащие фенолкарданолформальдегидные смолы для фанеры и древесностружечных плит// Деревообрабатывающая промышленность. – 2019. – № 4. – С. 40–45.

УДК 674.8(075.8)

О. Н. Чернышев, В. В. Котелевский  
(O. N. Chernyshev, V. V. Kotelevskiy)  
(УГЛТУ, Екатеринбург)  
(USFEU, Yekaterinburg)

**ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ УТИЛИЗАЦИИ ОТХОДОВ  
МЕБЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА**  
(ENVIRONMENTAL ASPECTS OF FURNITURE WASTE  
RECYCLING)

*Рассмотрены вопросы утилизации отходов мебельного производства, содержащих опасные токсичные вещества. Обозначены альтернативные аспекты экологичного использования отходов. Представлен метод внедрения переработки отходов в технологический процесс на предприятиях полного цикла, производство новых плитных материалов и изготовление топливных гранул.*

*The issues of disposal of furniture production waste containing hazardous toxic substances are considered. Alternative aspects of sustainable waste management are outlined. A method of introducing waste processing into the technological process at full-cycle enterprises, the production of new materials in the form of a plate and the production of fuel pellets is presented.*

Развитие мебельного производства способно выполнить любые запросы заказчиков. В производстве мебели и элементов декора широко используют различные плиты, такие как ДСтП (древесно-стружечные плиты, изготовленные методом горячего плоского прессования древесных частиц-стружек, смешанных с синтетическими смолами), ДВП (древесно-волоконистые, изготовленные из размельченной щепы с добавлением антисептиков и связующих), МДФ (древесно-волоконистые плиты средней плотности, изготовленные методом прессования древесных волокон с использованием органических связующих в условиях высокого давления и температуры) [1]. Для воплощения дизайнерских решений данные плиты в дальнейшем ламинируются текстурной бумагой, пвх-пленкой, меламином и другим материалом, красятся или облицовываются строганным шпоном, раскраиваются на необходимые детали для производства мебели. После процесса раскроя оставшиеся обрезки попадают в отходы производства, которые по техническим условиям не соответствуют на изготавливаемую заготовку, деталь или изделие, представляют собой вторичное сырье или материал, которые могут быть использованы в качестве основного сырья при изготовлении новой продукции.

По экспертным данным отходы мебельного производства составляют 30–40 % от изначального объема используемого сырья, где 10–15 % обрез-

ки плитных материалов, 5–10 % опилки и стружка, 10–20 % обрезки облицовочных материалов.

В настоящее время проблема по утилизации различных отходов производства является проблемой мирового значения. Все вышеперечисленные материалы в разном объеме содержат токсичные вещества. Самым опасным из них является канцерогенное вещество – формальдегид, используемый для склеивания и улучшения эксплуатационных характеристик плитного материала, вызываемый необратимые процессы в организме человека. Из-за наличия в плитных материалах токсичных веществ, в частности формальдегидных смол, и создает определенные сложности в процессе их дальнейшей переработки, отходы ДВП, ДСтП и МДФ относятся к 4 классу опасности и их утилизация оценивается с повышающим коэффициентом. Некоторые производители вывозят остатки производства на полигоны твердых отходов, которые подвергаются «непроизвольному сжиганию», в процессе которого в окружающую среду выделяется опасное количество формальдегида, что является грубым нарушением законодательства в области экологии и влечет за собой крупные штрафные санкции (рис. 1)



Рис. 1. Свалка твердых отходов мебельного производства

Правительство РФ планирует в 2022 г. внести законопроект об обязательной утилизации древесных отходов. Введение нового закона говорит не только о важности правильной и рациональной утилизации образовавшегося древесного мусора (запрет на сжигание и выброс) от мебельного и лесопильного производства, но и приведет к сохранению лесов и значительно уменьшит негативное воздействие на всю экосистему. Переработанные отходы после утилизации могут снова заменить собой продукцию деревообрабатывающей промышленности.

Проанализировав процесс производства плит и вопросы по утилизации отходов, обозначили альтернативные аспекты экологичного использования обрезков мебельного производства, не приносящие особого вреда окружающей среде. К таковым относится внедрение переработки в технологический процесс. Использование отходов для дальнейшей переработки возможно с применением специального дробильного оборудования шредера, предназначенного для измельчения обрезков плитных материалов [2].

Данный агрегат состоит из подающего бункера, толкателя, ножевого вала и нижнего фракционного экрана. В процессе работы обрезки загружаются в бункер, при помощи падающего устройства проталкиваются ниже к лопастям и измельчаются. Полученные опилки нужной фракции проходят через сетку, а превышающие размеры опилки автоматически возвращаются в основной бак, где проходят стадию повторного измельчения (рис. 2).



Рис. 2. Шредер для переработки древесины

Такое оборудование экономически целесообразно использовать как на средних, так и крупных производствах. Полученное от переработки сырье (щепа, стружка, опилки различной фракции и т.д.) востребовано в строительной отрасли. Это и изготовление панелей *деревобетона-арболита*, используемого в экстремально-климатических условиях, где наполнителем является измельченная древесина, прошедшая специальную обработку химическими веществами (жидким стеклом [3] или хлористым калием) и залитая обычным портландцементом (рис. 3).



Рис. 3. Деревобетон – арболит

Производство строительных смесей на основе отходов древесины и различных связующих для возведения стен жилых зданий и хозяйственных построек (рис. 4).



Рис. 4. Строительство жилого дома из арболита

Например, *термопорит* (плиты плотностью от 700–1300 кг/м<sup>3</sup>, различных форматов) применяется в качестве конструкционно-теплоизоляционного материала в каркасном строительстве); *опилкобетон* (конструкционно-теплоизоляционный бетон, где опилки и песок используются в качестве заполнителя, а цемент и известь выступают как вяжущее) используют для изготовления штучных блоков различных размеров для последующего возведения стен построек, а также для непосредственной укладки в опалубку при возведении монолитных стен; *гипсоопилочный бетон* (блоки, выполненные из смеси гипса и опилок 1:3 по объему) применяется для устройства стен в жилых, общественных и производственных зданиях с относительной влажностью воздуха не более 60 %); *термиз* (теплоизоляционный материал на основе гашеной извести, опилок, цемента, суглинка) применяется в строительстве в виде плит или монолита для утепления стен и кровли и обеспечивает изоляцию стен или перекрытий при  $t = -30\text{ }^{\circ}\text{C} - 180\text{ мм}$ , при  $t = -40\text{ }^{\circ}\text{C} - 220\text{ мм}$ , и много других материалов – *цементно-стружечная смесь*, *дюризол* (производство Швейцария), *велокс*, *ксилолит* и т.д.(рис. 5)

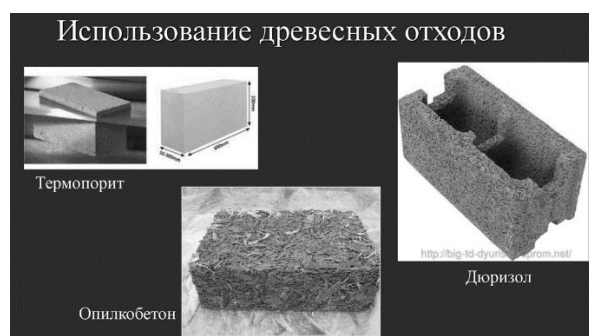


Рис. 5. Строительные материалы на основе отходов мебельного производства

Также переработанное сырье от отходов мебельного производства используется и для изготовления таких материалов, как гофрированный картон, сульфатная целлюлоза, промышленный спирт, и являются традиционным сырьем для различных теплоизоляционных органических материалов.

Специалистов в области биоэнергетики не очень привлекают отходы МДФ и ДСтП для сжигания, что связано с токсичностью продуктов горения данного сырья. Возможно лишь производство топливных гранул (пеллет), используемых для замены дров. По своим характеристикам данные гранулы из отходов древесно-стружечной массы несколько не уступают отходам из чистой древесины – удельная влажность ниже на 5 %, показатели зольности чуть выше на 2–4 %, а насыпная плотность идентична и составляет 650–700 кг/м<sup>3</sup>. Производство пеллет из клееных отходов технологически идентично древесным и имеет ряд особенностей: отсутствие необходимости устанавливать участок сушки ввиду того, что

сырье и так обладает низкими показателями влажности, на конечном этапе гранулирования сырье для активации склеивания необходимо все же увлажнять.

Данный вид продукции используется лишь на территории РФ в котельных, оборудованных системой настройки, ограничивающей количество вредных выбросов в атмосферу. Такое использование вторичных ресурсов существенно позволяет снизить на производстве энергетические затраты и себестоимость.

Экспорт сырья из отходов ДСтП и МДФ не приветствуется в связи со строгим экологическим показателем Евросоюза.

Крупным предприятиям и фирмам полного цикла, производителей ДСтП, МДФ и ЛДСтП, выгодно использовать отходы в качестве возвратного сырья для производства нового плитного материала. Возврат в производство экономически выгоден, т.к. окупаются расходы на транспортировку и траты на их утилизацию. Только рациональное и бережное обращение с утилизацией отходов производства древесных плит обеспечит значимый экономический эффект, а главное – внесет положительный вклад по сохранению мировой экологии.

#### *Библиографический список*

1. Кошелева Н. А., Яцун И. В., Чернышев О. Н. Технологические процессы мебельного и деревообрабатывающего производств: учебное пособие. – Екатеринбург : УГЛТУ, 2017. – С.180.
2. Кошелева Н. А., Новоселов А. В., Чернышев О. Н. Комплексная переработка древесного сырья : тр. XI Межд. Евразийского симпозиума. – Екатеринбург : УГЛТУ, 2016. – С. 62–67
3. Древесные отходы как сырье для получения теплоизоляционных материалов / И. С. Мельниченко, Г. Г. Говоров, Ю. И. Ветошкин, О. Н. Чернышев : тр. XII Межд. Евразийского симпозиума. – Екатеринбург : УГЛТУ, 2017. – С. 103–106.



УДК 678

А. Е. Шкуро, Ю. М. Кулаженко, Н. С. Сёмкин, В. В. Глухих  
(A. E. Shkuro, U. M. Kulagenko, N. S. Semkin, V. V. Glukhikh)  
УГЛТУ, Екатеринбург  
(USFEU, Yekaterinburg)

**ПОЛУЧЕНИЕ И СВОЙСТВА КОМПОЗИТОВ  
С ПОЛИВИНИЛХЛОРИДНЫМ СВЯЗУЮЩИМ  
И ЛИГНОЦЕЛЛЮЛОЗНЫМИ НАПОЛНИТЕЛЯМИ**  
(PREPARATION AND PROPERTIES OF COMPOSITES WITH  
POLYVINYL CHLORIDE BINDERS AND LIGNOCELLULOSE FILLERS)

*Исследовалось влияние на свойства изделий из композиционных материалов с поливинилхлоридным связующим содержания в их составе наполнителей растительного происхождения (сульфатной целлюлозы и лигнина).*

*The influence of the plant-based fillers (sulphate cellulose and lignin) content on the properties of composite materials with a polyvinyl chloride binder was studied.*

Одно из достоинств композиционных материалов с термопластичными полимерными связующими и наполнителями растительного происхождения (РПКт) заключается в том, что их можно получать из отходов производства и потребления: вторичных термопластичных полимеров (полиэтилена, полипропилена, поливинилхлорида и др.), опилок и стружек лесопиления и деревообработки, сельскохозяйственных отходов и различных видов отходов потребления [1, 2]. РПКт с поливинилхлоридом (ПВХ) обладают более высокими физико-механическими свойствами, негорючестью по сравнению с композитами на основе таких термопластичных связующих, как полиэтилен и полипропилен.

Основной целью проведённых исследований являлось определение влияния на свойства изделий из РПКт с ПВХ содержания в составе лигноцеллюлозных наполнителях целлюлозы и лигнина.

Несвязанными входными факторами в запланированном эксперименте были выбраны два фактора ( $k = 2$ ): массовые доли в рецептуре РПКт сульфатной целлюлозы ( $Z_1$ , мас. %) и пластификатора диоктилтерефталата ( $Z_2$ , мас. %). Содержание остальных компонентов в рецептуре РПКт, поливинилхлорида (ПВХ) и гидролизного лигнина являются связанными со входными факторами.

Рецептура РПКт для получения математической модели влияния входных факторов на физико-механические свойства представлена в табл. 1.

Таблица 1

## Рецептура получения лабораторных образцов РПКт

Номер опыта	Соотношение компонентов, м.ч.				Навеска компонентов, г, для получения заданной массы их смеси
	Полимер	Целлюлоза	Лигнин	Пластификатор	
1	47,62	47,62	0	4,76	100,00
2	47,62	0	47,62	4,76	100,00
3	50,00	50,00	0	0	100,00
4	50,00	0	50,00	0	100,00
5	48,78	48,78	0	2,44	100,00
6	48,78	0	48,78	2,44	100,00
7	47,62	23,81	23,81	4,76	100,00
8	50,00	25,00	25,00	0	100,00
9	48,78	24,39	24,39	2,44	100,00

Смешение компонентов РПКт производилось вальцеванием на лабораторных вальцах при температуре 130 °С. После вальцевания смеси помещали в пресс-форму и проводили их горячее прессование при температуре 170 °С и давлении 5 МПа в течение 10 минут. Свойства полученных в результате прессования пластин измеряли по традиционным методикам [3].

Результаты предварительных опытов показали, что РПКт, полученные без содержания в них целлюлозы и диоктилтерефталата (ДОТф), имеют не нулевые значения некоторых измеренных свойств композитов ( $Y_j$ ), поэтому в качестве математической модели зависимости свойств композитов от величины входных факторов был выбран следующий вид полиномиальной модели второго порядка со свободным членом:

$$Y_j = b_{0j} + b_{1j}Z_1 + b_{2j}Z_2 + b_{12j}Z_1Z_2 + b_{11j}Z_1^2 + b_{22j}Z_2^2.$$

После статистического анализа корреляционной связи между всеми переменными данной модели с доверительной вероятностью 0,95 был проведён регрессионный анализ результатов эксперимента с помощью программы MS Excel с последовательным исключением из уравнения регрессии членов с незначимыми коэффициентами.

Полученные в результате статистического анализа регрессионные зависимости свойств композитов от величины входных факторов приведены в табл. 2.

Из полученных зависимостей следует, что на число упругости, ударную вязкость и водопоглощение РПКт за 7 суток оказывает влияние из двух входных факторов только содержание в композите целлюлозы, а на модуль его упругости – только содержание пластификатора ДОТф.

Таблица 2

Регрессионные зависимости свойств композитов  
от величины входных факторов

Свойство композита	Адекватная регрессионная зависимость
Твёрдость по Бринеллю (ТБ), МПа	$ТБ = 35,609 + 0,619Z_1Z_2$
Модуль упругости (МУ), МПа	$МУ = 340,282 + 87,753Z_2$
Число упругости (ЧУ), %	$ЧУ = 1,977Z_1$
Прочность при изгибе (ПИ), МПа	$ПИ = 23,46 + 0,22Z_1Z_2$
Ударная вязкость (УВ), кДж/м <sup>2</sup>	$УВ = 0,09Z_1$
Водопоглощение за сутки (В <sub>1</sub> ), %	$В_1 = 5,45 - 0,192Z_1 - 0,035 Z_1Z_2$
Водопоглощение за 7суток (В <sub>7</sub> ), %	$В_7 = 6,396 + 0,126 Z_1$

При этом с увеличением содержания в РПКт целлюлозы повышается его ударная вязкость и водопоглощение за 7 суток, а с увеличением содержания ДОТф в композите увеличивается его модуль упругости.

На показатель твёрдости РПКт по Бринеллю и прочности при изгибе исследованные входные факторы имеют синергетический эффект влияния. Максимальное значение этих показателей достигается при максимальных значениях входных факторов в исследованной факторной области (рис. 1, 2).

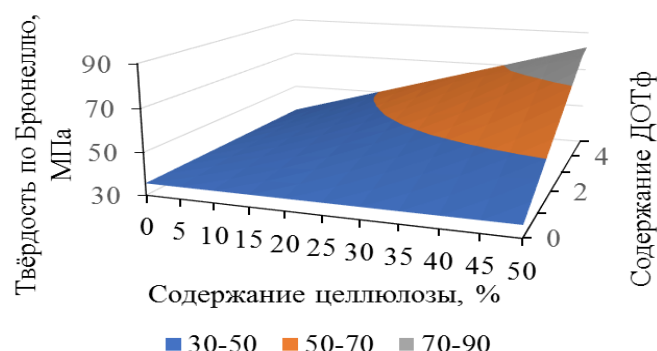


Рис. 1. Влияние содержания компонентов РПКт на его твёрдость по Бринеллю

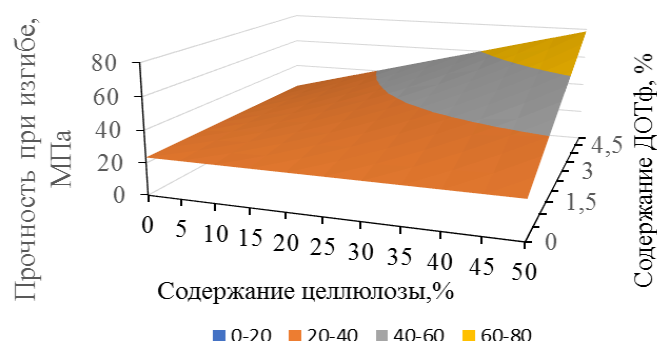


Рис. 2. Влияние содержания компонентов РПКт на его прочность при изгибе

Входные факторы, наоборот, имеют антагонистический эффект влияния на водопоглощение композита за одни сутки. При минимальных зна-

чениях входных факторов в исследованной факторной области достигается минимальное значение этого показателя (рис. 3).

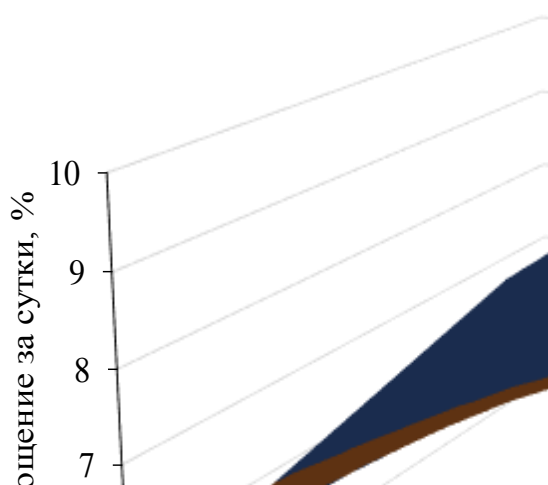


Рис. 3. Влияние содержания компонентов РПКт на его водопоглощение за сутки

Таким образом, в результате проведённых экспериментальных исследований установлено положительное влияние содержания сульфатной целлюлозы и пластификатора диоктилтерефталата в композитах с поливинилхлоридным связующим и наполнителями из смесей сульфатной целлюлозы и гидролизного лигнина на некоторые свойства материалов, получаемых горячим прессованием. При этом при совместном присутствии в составе композита сульфатной целлюлозы диоктилтерефталата может наблюдаться существенный синергетический эффект на свойства материала.

### *Библиографический список*

1. Клёсов А. А. Древесно-полимерные композиты. – СПб. : Научные основы и технологии. – 2010. – 736 с.
2. Получение и применение изделий из древесно-полимерных композитов с термопластичными полимерными матрицами: учеб. пособие / В. В. Глухих, Н. М. Мухин, А. Е. Шкуро, В. Г. Бурындин. – Екатеринбург : Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2014. – 85 с.
3. Мухин Н. М., Бурындин В. Г. Определение реологических и физико-механических свойств полимерных материалов: метод. указания. – Екатеринбург : Ур. госуд. лесотехн. ун-т, 2011. – 32 с.

## СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ И ГУМАНИТАРНЫЕ ПРОБЛЕМЫ В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ

УДК 379.816

С. А. Бортникова  
(S. A. Bortnikova)  
ВГПУ, Воронеж  
(VSPU, Voronezh)

### ОРГАНИЗАЦИОННО-ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОЗДОРОВИТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ С НАСЕЛЕНИЕМ ПО МЕСТУ ЖИТЕЛЬСТВА НА БАЗЕ МУНИЦИПАЛЬНОГО ФИЗКУЛЬТУРНО- СПОРТИВНОГО ЦЕНТРА (ORGANIZATIONAL-PEDAGOGICAL CONDITIONS OF INCREASE OF EFFICIENCY OF IMPROVING WORK WITH POPULATION AT PLACE OF RESIDENCE ON THE BASIS OF THE MUNICIPAL SPORTS CENTRE)

*Рассмотрена проблема повышения эффективности оздоровительной работы по месту жительства на базе физкультурно-спортивного центра, проводимые мероприятия актуализируют потребность в занятиях спортом всех категорий населения, так как способствуют удовлетворению потребности в двигательной активности через организацию секций с учетом интересов занимающихся и пропаганду ценностей физической культуры.*

*The problem of increase of efficiency of improving work at the place of residence on the basis of sports centre and events suggest the need for sports of all categories of the population, contributing to meet the need for motor activity through the organization of the sections taking into account the interests involved in the promotion of values of physical culture.*

В указе Президента РФ Владимира Путина от 7 мая 2018 года № 204 «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года» поставлена задача увеличения доли граждан, ведущих здоровый образ жизни и систематически занимающихся физической культурой и спортом до 55 %. В этой связи актуальность работы по продвижению ценностей здорового образа жизни [1] не вызывает сомнений, а стратегическим вектором муниципальной политики в сфере

физической культуры является организация работы с населением по месту жительства.

Проведенный комплексный анализ нормативно-правовых и научно-педагогических источников выявил противоречие между необходимостью проведения оздоровительной работы с населением по месту жительства на базе физкультурно-спортивного центра и недостаточной разработанностью организационно-педагогических условий повышения ее эффективности. Указанное противоречие определило проблему нашего исследования – каковы организационно-педагогические условия повышения эффективности оздоровительной работы для всех категорий населения на базе муниципального физкультурно-спортивного центра.

Объектом исследования выступил процесс оздоровительной работы с населением по месту жительства на базе физкультурно-спортивного центра. Предмет исследования – организация оздоровительной работы с населением на базе районного муниципального автономного учреждения (РМАУ) «Поворинский физкультурно-спортивный центр» Поворинского муниципального района Воронежской области.

Целью предпринятого исследования являлось повышение эффективности оздоровительной работы с населением на базе физкультурно-спортивного центра посредством внедрения новых физкультурно-оздоровительных услуг и создания равных возможностей для всех категорий, занимающихся в рамках педагогического проекта «Спорт для всех». В эксперименте приняли участие 120 человек: занимающиеся – дети с родителями (в возрасте от 3–5 до 18 лет) и взрослые (мужчины и женщины) в возрасте от 29 до 65 лет, из них 48 – с ограниченными возможностями здоровья.

На начальном этапе был проведен социологический опрос для определения степени вовлеченности жителей района занятиями спортом и физической культурой. Полученные данные показали, что регулярно занимаются спортом дети 3–5 лет (80 %), и 6–12 лет (93 %), тогда как в более старших возрастных категориях доля систематически занимающихся постепенно снижается — в возрасте 13–29 лет систематически занимается 74 %, 30–59 лет — 55 %, а старше 60 лет – 56 %. Наиболее вовлечены в спортивную деятельность в возрасте 10–20 лет, доля систематически занимающихся находится на уровне 69 %. Как показало проведенное нами исследование, с возрастом физическая активность у граждан уменьшается.

Далее мы задали вопрос тем респондентам, которые не занимаются: «Что Вам/Вашему ребенку мешает заниматься физической культурой и спортом? Как показывают полученные данные, основные причины непосещения спортивных секций среди опрошенных жителей города Поворино (родители с детьми от 3 до 12 лет) – отсутствие подходящих секций –

51 ответ, отсутствие свободного времени – 45 ответов, 41 опрошенный выбрал ответ, что им не хватает информированности.

В возрасте от 12 до 60 лет и старше причины непосещения секций распределились так: основная – отсутствие свободного времени – 111 ответов, отсутствие информации указали 72 человека (из них 48 лиц с ОВЗ), состояние здоровья (включая медицинские противопоказания) как одну из причин назвали 77, при чем 43 из них – старше 60 лет, а с ограниченными возможностями здоровья – 20. «Не интересно заниматься» – отметил 31 человек. Следовательно, при планировании расписания спортивных секций необходимо учесть эти данные, определив оптимальное время для занятий для разных возрастных и социальных категорий. Необходимо создать устойчивую систему пропаганды здорового образа жизни в молодежной и подростковой среде, побуждающую молодых людей отказаться от вредных привычек – курения, наркотиков, алкоголя и вести активный образ жизни [1].

Так как одна из основных выявленных причин непосещения спортивных залов физкультурно-спортивного центра среди опрошенных – отсутствие подходящих секций, было проведено анкетирование с целью выявления пожеланий людей, какими видами спорта они хотели бы заниматься в физкультурно-спортивном центре. В своих ответах респонденты указали, что хотели бы заниматься такими видами, как бокс (25 %) фехтование (35 %), шахматы (15 %), большой теннис (25 %). 100 % опрошенных лиц с ОВЗ выразили желание заниматься в группе здоровья с регулярным посещением бассейна. Учитывая данное обстоятельство, важно организовать такие физкультурно-оздоровительные мероприятия, которые бы могли вовлечь [1] население в физкультурно-оздоровительную деятельность с учетом их интересов.

На основе анализа результатов проведенного исследования были сформулированы основные направления работы, мероприятия и разработан педагогический проект «Спорт для всех». В результате реализации указанного проекта планировалось повысить эффективность оздоровительной работы с населением по месту жительства. Для этого представлялось необходимым решить определенные задачи.

1. Организовать занятия в спортивных секциях и группах оздоровительной направленности.

2. Провести работу по повышению доступности объекта для лиц с ограниченными возможностями здоровья.

3. Увеличить число систематически занимающихся в спортивных секциях на базе Поворинского физкультурно-спортивного центра, что будет способствовать приросту внебюджетного финансирования.

Отметим, что в ходе реализации разработанного нами проекта планировалось существенно повысить эффективность оздоровительной работы с

населением на базе РМАУ «Поворинский физкультурно-спортивный центр» путём целенаправленной работы и соблюдения следующих условий:

1) технологическая готовность объекта к физкультурно-оздоровительной деятельности всех возрастных и социальных групп;

2) профессиональная готовность педагогических кадров физкультурно-спортивного центра к пропаганде ценностей физической культуры среди местного населения, профессиональная компетентность, связанная в первую очередь с профессиональной деятельностью человека, понимается как сложная интегральная социально-личностная категория, отражающая готовность и способность эффективно и качественно осуществлять профессиональную деятельность [3];

3) готовность к широкому информационному обеспечению физкультурно-оздоровительной деятельности.

Проведенные мероприятия способствовали адаптации основных структурных элементов спортивного объекта для посещения занятий лицами с ограниченными возможностями здоровья. Применение в проекте решений на основе нормативно-технической документации обеспечивает соблюдение социальных интересов в области экологии и энергосбережения и гарантирует для пользователя безопасность, удобство и комфорт [2]. Обеспечены широкое информирование местного населения (колонка в районной газете «Прихоперье», в группе «ВКонтакте», информационные стенды на территории города Поворино, бегущая строка), оптимизация графика работы физкультурно-спортивного центра и увеличение количества спортивных секций в соответствии с пожеланиями людей.

Максимальная единовременная пропускная способность физкультурно-спортивного центра без учета зимнего ледового катка – 304 чел./смену. Количество смен – 8. Продолжительность смены – 1,5 ч. Количество часов эксплуатации в день – 12 часов [2]. Организована группа здоровья, инвалиды в числе 40 человек от 18 до 73 лет, занимаются 3 раза в неделю под руководством опытного тренера с применением комплекса лечебно-восстановительных средств, специальных упражнений, массажа, занятий на тренажерах и в бассейне.

Отметим, что наиболее активные из них выступают на региональных и межрегиональных соревнованиях, что способствует повышению мотивации занимающихся лиц с ограниченными возможностями здоровья к дальнейшим занятиям адаптивной физической культурой. Немаловажным является то, что физкультурно-спортивный центр готов обеспечить на период проведения спортивных сборов проживание спортсменов в комнатах отдыха до 30 человек по следующим видам спорта: футбол, мини-футбол, баскетбол, волейбол, гандбол, плавание и многие другие [2].

В ходе нашей опытно-экспериментальной работы был реализован комплекс организационно-педагогических условий, которые способство-



вали повышению эффективности деятельности спортивного сооружения по оздоровительной работе с населением по месту жительства по всем критериям, что поспособствовало приросту внебюджетного финансирования, расширению предлагаемых спортивных секций и притоку числа занимающихся, в том числе лиц с ограниченными возможностями здоровья в РМАУ «Поворинский физкультурно-спортивный центр». Проведенный мониторинг показал, что в результате реализации разработанного проекта «Спорт для всех» наблюдается положительная динамика увеличения численности занимающихся в спортивных секциях и группах здоровья. Больше инвалидов стало посещать бассейн, настольный теннис и другие занятия. Еще одним показателем повышения эффективности работы спортивного сооружения по месту жительства служит рост доходов от платных услуг. Полученные данные свидетельствуют о положительной динамике показателей внебюджетного финансирования РМАУ «Поворинский физкультурно-спортивный центр».

Эффективность оздоровительной работы с населением на базе РМАУ «Поворинский физкультурно-спортивный центр» повысилась на основе внедрения педагогического проекта «Спорт для всех» и путём целенаправленной работы и соблюдения следующих условий:

- 1) технологическая готовность объекта к физкультурно-оздоровительной деятельности всех возрастных и социальных групп (востребует нормативно-правовые, материально-технические, финансовые ресурсы);
- 2) профессиональная готовность педагогических кадров к пропаганде ценностей физической культуры среди местного населения (мотивационные, кадровые, научно-методические ресурсы);
- 3) готовность к широкому информационному обеспечению физкультурно-оздоровительной деятельности (информационно-коммуникационные ресурсы РМАУ «Поворинский физкультурно-спортивный центр»).

### *Библиографический список*

1. Бортникова С. А., Бугаков А. И., Бугаков Н. И. Педагогическое проектирование технологии профилактики асоциальных явлений в подростковой среде – марафон «Пять шагов к здоровью» // Известия Воронежского государственного педагогического университета. Серии: «Педагогические науки». «Гуманитарные науки». – 2020. – Т. 287. – № 2. – С. 90-93.
2. Бортникова С. А., Бугаков А. И., Уразаев И. Я. Организация комфортной среды для занимающихся на базе РМАУ Поворинский физкультурно-спортивный центр // Культура физическая и здоровье современной молодежи: матер. II Междунар. науч.-практ. конф. – Воронеж : ВГТУ, 2019. – С. 276–280.

3. Лаврик Е. Ю. Иноязычная учебно-познавательная компетентность как одна из важнейших составляющих профессиональной компетентности будущих специалистов сферы туризма // Вестник Челябинского государственного педагогического университета. – 2013. – № 6. – С. 106–115.

УДК 377

Г. П. Бутко, Л. В. Малютина  
(G. P. Butko, L. V. Malyutina)

УГЛТУ, Екатеринбург  
(USFEU, Yekaterinburg)

П. А. Поротников,  
(P. A. Porotnikov),

УрЮИ МВД России, Екатеринбург  
(ULI, Yekaterinburg)

Е. А. Тихомиров,  
(E. A. Tikhomirov)

МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, Мытищи  
(MB of Bauman BMSTU, Mytishchi)

# **ЭКОНОМИЧЕСКИЙ МЕХАНИЗМ УСТОЙЧИВОГО УПРАВЛЕНИЯ ЛЕСАМИ НА ОСНОВЕ ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ** (ECONOMIC MECHANISM FOR SUSTAINABLE FOREST MANAGEMENT BASED ON INNOVATIVE DEVELOPMENT)

*Рассмотрена проблема разработки критериев оценки результативности управленческих нововведений в лесопользовании в условиях трансформационной экономики. Выдвигаются четыре направления оценки результативности инновационных ресурсов. Самыми значимыми направлениями являются: финансирование, объект хозяйствования, клиентская база, поставщики. Рассматривается проблема формирования добавленной стоимости как ключевого индикатора экономики в контексте лесовосстановления.*

*The problem of developing criteria for assessing the effectiveness of managerial innovations in organizations in a transformational economy is considered. Four directions of evaluating the effectiveness of innovative resources are put forward. The most important areas are: financing, business object, customer base, suppliers. The problem of value added formation as a key indicator of the economy in the context of reforestation is considered.*

В настоящее время проблема устойчивого развития субъектов хозяйствования выдвигается на первое место. Это и неслучайно, так как именно в

устойчивости залог финансового благополучия субъектов хозяйствования. Кризисы любого масштаба, от мирового до национального, оказали непосредственное влияние на экономику. Для различных структур лесного сектора экономики первичной проблемой является совершенствование механизмов управления лесами.

Леса на землях лесного фонда по состоянию на 1 января 2018 г. в границах исследуемых лесничеств занимают площадь 559 118 га (по сравнению с прошлым Лесным планом занимаемая лесами площадь не изменилась). Леса, расположенные на землях населенных пунктов, – 7 260 га [3].

Возможный объем заготовки пищевых лесных ресурсов и сбора лекарственных растений на землях лесного фонда Свердловской области формируется по широкому спектру видов продукции. Данные об объемах заготовки представлены в табл.1.

Таблица 1

Заготовка пищевых и лекарственных ресурсов  
на землях лесного фонда Свердловской области

№ п/п	Наименование ресурса	Объем заготовки, тыс. тонн
<b>1</b>	<b><i>Ягоды, всего</i></b>	<b><i>21,1</i></b>
	в том числе:	
1.1	- клюква	7,0
1.2	- черника	6,8
1.3	- брусника	4,2
<b>2</b>	<b><i>Грибы, всего</i></b>	<b><i>267,7</i></b>
	в том числе:	
2.1	- белые	1,6
2.2	- обабки	8,1
2.3	- грузди	7,0
<b>3</b>	<b><i>Орехи</i></b>	<b><i>37,1</i></b>
<b>4</b>	<b><i>Березовый сок</i></b>	<b><i>49,9 (тыс. литров)</i></b>
<b>5</b>	<b><i>Лекарственные травы, всего</i></b>	<b><i>9,4</i></b>
	в том числе:	
5.1	- папоротник	1,8
5.2	- багульник	0,6
5.3	- крапива	0,5

На начало 2019 г. заготовка лекарственных трав, грибов, ягод и иных ресурсов недревесного происхождения на территории лесов Свердловской области осуществлялась исключительно населением для собственных нужд [4].

Представленные данные показывают возможный переход к инновационному развитию. Если говорить о формировании добавленной стоимости как ключевого индикатора экономики, то перечисленные выше виды дея-

тельности однозначно занимают свою нишу в данном процессе. Однако они возможны лишь при наличии постоянно обновляемого лесного фонда как источника для формирования указанных ресурсов. И здесь целесообразно рассмотреть такую проблему, как лесовосстановление.

По данным Департамента лесного хозяйства Свердловской области «..для комплексного лесовосстановления на территории области учтено более 150 выделов общей площадью 655 гектар. Данные работы в соответствии с Лесным кодексом РФ проводятся организациями, осуществляющими использование лесов (ст. 43–46). Общая стоимость таких работ составляет примерно 65 млн руб. при средней стоимости услуг по комплексной высадке леса с учетом биоматериала материала и очистки территории в 100 тыс. рублей за гектар» [4]. Таким образом, если лесовосстановление не будет осуществлено силами лесопользователей, то косвенный ущерб составит 65 млн руб. Говорить о полном исполнении обязательств организациями, использующими леса, не приходится, так как ими не исполняются обязательства по оплате арендных платежей за лесопользование «По состоянию на апрель 2020 года общая сумма задолженности составляла 419,771 млн руб.» [5]. В связи с вышесказанным формирование экономического механизма управления лесами неразрывно связано с полной реализацией каждого из этапов использования лесного фонда: лесопользование, лесовосстановление, заготовка ресурсов недровесного происхождения.

Проводимые направления модернизации в управлении лесами, как правило, не всегда приносят сиюминутные выгоды. Это связано с правилами перехода на инновационные системы. Требованиям трансформационной экономики такие системы в реалиях не всегда подходят.

В текущих реалиях главной задачей отрасли становится постепенный переход на инновационное развитие, в частности:

- использование современных технологий, направленных, с одной стороны, на рациональное использование лесных ресурсов, а с другой – на углубленную переработку древесины;
- использование управленческих решений, ориентированных на мировые стандарты управления и соответствующих сложившимся рыночным условиям.

Новый подход к управлению требует актуальных методов оценки результативности управленческих инноваций. Для оценки управленческих нововведений целесообразно использовать такой параметр, как результативность, которая понимается как достижение системой управления целей, ради которых она создавалась.

В зависимости от вида ресурсов и уровня управления инновационной деятельностью выделяется несколько типов инновационных систем. Особое внимание представляют собственные и приобретенные объекты интел-

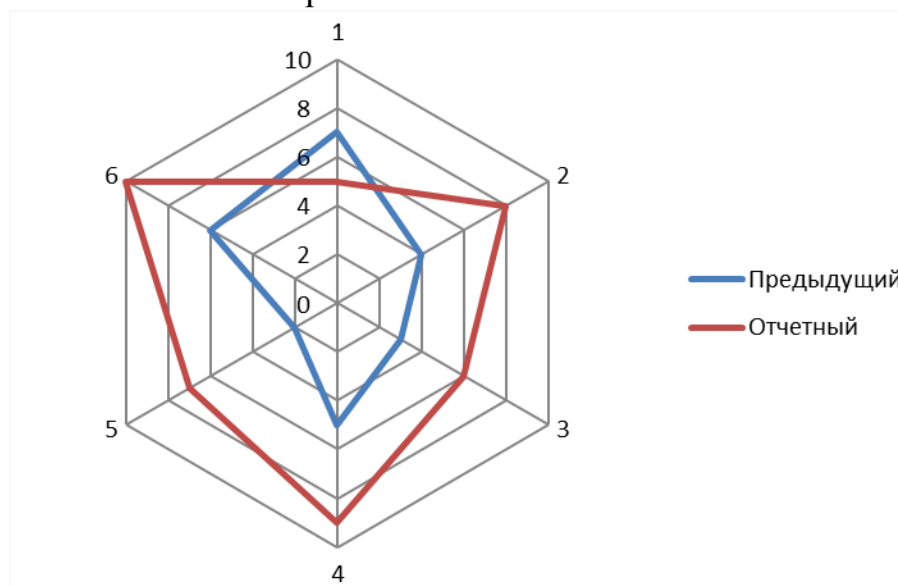
лектуальной собственности предприятия. Показатели оценки инновационных ресурсов представлены в табл. 2.

Таблица 2

Рейтинговая оценка инновационных ресурсов

Показатели / баллы	Объект исследования	
	Лесоустройство – Предыдущий	Научеомкий объект – Отчетный
Информационные технологии	7	5
Производственные технологии	4	8
Бережливые инновации	3	6
Управленческие инновации	5	9
Организационные инновации	2	7
Прикладные технологии	6	10

Комплексное, системное воздействие различных факторов на инновационную деятельность позволяет говорить об организационных, отраслевых, региональных, национальных, глобальных и других инновационных системах [2]. Из рисунка видно, что именно наукоемкий объект отчетного периода является наиболее перспективным.



Многоугольник инновационных ресурсов

Известные авторы системы сбалансированных показателей Р. Каплан и Д. Нортон [1] предложили четыре направления оценки результативности инновационных ресурсов. По их мнению, самыми значимыми направлениями являются: финансирование, объект хозяйствования, клиентская база, поставщики.

В процессе построения сбалансированной системы устанавливаются как целевые установки, так и задания стратегического характера.

Понятие «Баланс в рамках новой экономической постановки» многоцелевого лесопользования представлен многопланово, базируясь на стратегическом и оперативном уровнях управления. Как правило, применение системы сбалансированных показателей дает возможность оценки управленческих нововведений, более глубокого обоснования целесообразности внедрения нововведений в лесоустройстве.

Главная необходимость экономического механизма в части предоставления долгосрочного пользования лесными участками вытекает из перспективных реформ экономических отношений в лесном хозяйстве.

Необходимо учитывать в рамках исследуемого объекта значительный ресурсный потенциал региона. В то же время недревесные лесные ресурсы эксплуатируются недостаточно, и дальнейшее их использование лесным планом не предусматривается, что связано с многочисленными причинами. Главная задача заключается в преодолении негативных факторов.

Важнейшую роль в обеспечении эффективности перспективного развития в современных условиях могут сыграть цифровые агрегаторы-платформы, формирующие единое информационное поле, при этом базисом служат инновационные технологии.

Эффективное лесопользование с экономической точки зрения [2] предусматривает организацию использования лесных ресурсов и как результат – обеспечение дохода государству, с одной стороны. И, с другой стороны, получение финансовых ресурсов для воспроизводства лесных ресурсов в долгосрочной перспективе. При таком подходе следует учитывать и фактор конкуренции – на рынке, которая может быть различных видов в зависимости от выпускаемой продукции и оказываемых услуг.

#### *Библиографический список*

1. Kaplan R. S., Norton D. P. The Balanced Scorecard Translating Strategy Action. – CambridgeMass. – 1996. – 247 с.
2. Бутко Г. П., Перепелкина Л. А., Шурмина О. А. Повышение конкурентоспособности как фактор обеспечения экономической безопасности: монография. – Екатеринбург : Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2019. – 142 с.
3. Лесной план Свердловской области на 2009–2018 годы. – URL: <http://www.pravo.gov66.ru>. (дата обращения: 28.10.2020).
4. Информация о землях, предназначенных для искусственного или комбинированного лесовосстановления лицами, использующими леса в соответствии со статьями 43–46 Лесного кодекса Российской Федерации. – URL: <https://www.forest.midural.ru/article/show/id/10013> (дата обращения: 28.10.2020).

5. Лесопользователи (арендаторы), имеющие задолженность по арендной плате. – URL: <https://forest.midural.ru/article/show/id/109> (дата обращения: 28.10.2020).

УДК 630/377

Е. Ф. Васильева, А.А. Токмашев, А. Л. Давыдова  
(E. F. Vasilyeva, A. A. Tokmashev, A. L. Davydova)  
СибГУ им. М.Ф. Решетнева, Красноярск  
(RSSU, Krasnoyarsk)

**ИНТЕГРАЛЬНЫЙ ПОДХОД К ОПРЕДЕЛЕНИЮ ПОКАЗАТЕЛЯ  
ОБЩЕЙ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ СТОИМОСТИ ЛЕСНЫХ РЕСУРСОВ  
С УЧЕТОМ УРОВНЯ РАЗВИТИЯ ТРАНСПОРТНОЙ СЕТИ  
(INTEGRATED APPROACH TO DETERMINING THE TOTAL ECO-  
NOMIC VALUE OF FOREST RESOURCES, TAKING INTO ACCOUNT  
THE LEVEL OF DEVELOPMENT OF THE TRANSPORT NETWORK)**

*В статье обозначена зависимость общей экономической стоимости лесных ресурсов и уровня развития транспортных сетей на территории лесного фонда, рассмотрен традиционный подход к определению общей экономической стоимости лесных ресурсов, предложен интегральный подход к определению отмеченного показателя с учетом уровня развития транспортной сети, указаны его преимущества.*

*The article outlines the dependence of the total economic value of forest resources and level of development of transport networks on the territory of the forest fund, the traditional approach to determining the total economic value of forest resources is considered, the integrated approach to the definition of the noted indicator is proposed, taking into account the level of development of a transport network, its benefits are indicated.*

Транспортную систему, функционирующую на территории лесного фонда регионов страны (ТСЛФ), в общем виде можно рассматривать как сложную передаточную динамически развивающуюся систему путей, транспортных средств, погрузочных, перегрузочных, разгрузочных машин, связывающих совокупность грузообразующих лесных кварталов и выделов с транзитным путем транспорта лесопроизводства потребителям.

ТСЛФ является важным и капиталоемким компонентом современной лесной экосистемы, без неё невозможно получение каких-либо реальных экономических доходов от использования лесных ресурсов и реализации экологического потенциала лесных территорий, не говоря уже о достижении максимума их эколого-социо-экологической продуктивности.

Очевидно, что окупаемость проекта планирования создания и развития ТСЛФ находится в прямой зависимости от общей экономической стоимости ресурсного потенциала лесных территорий, предполагаемых к освоению. В научной литературе [1–5] показатель данной стоимости представляет собой интегральную сумму прямого и косвенного лесопользования, стоимости существования лесов и отложенной альтернативы их использования (рис. 1).



Рис. 1. Традиционный подход к определению общей экономической стоимости лесных ресурсов

Анализируя материал, представленный на рис. 1, прямую стоимость лесопользования рассчитать довольно легко, чего нельзя сказать об остальных составляющих общей экономической стоимости. Как, например, расчет в рамках косвенной стоимости использования показателя увеличения производительности труда работников от отдыха в лесу (рекреация).

Также сложность расчета общей экономической стоимости характеризуется не только трудностью определения величины косвенной стоимости лесных ресурсов, но и проблематичностью отнесения их к той или иной категории слагаемых обозначенного показателя. Например, стоимость существования также можно рассматривать с различных позиций, в зависимости от категории лесов (экологическая недоступность для главного лесопользования), в зависимости от целей сохранения лесов (если территория используется в рекреационных целях, то логично стоимость существования рассчитывать в разрезе прямой стоимости использования и т.д.). Или, допустим, рассмотрение показателя объем запаса древесного ресурса носит двойственный характер. С одной стороны, данный показатель представляет собой нереализованный запас древесины какой-либо породы, с другой стороны, рассматривается как объем ресурса, продуцирующего углеродепонирующую функцию лесов при различных стоимостных показателях по вариантам рассмотрения и т.п.

Таким образом, в аспекте расчета величины обозначенного показателя следует отметить, что различные методические разработки [1–5] по определению обозначенной стоимости основаны на традиционном подходе к расчету обозначенной величины и не дают точных указаний в рамках расчета последних двух составляющих отмеченного показателя. Причем



наличие и уровень развития транспортной сети на оцениваемых территориях в данных методиках не подлежит учету, хотя как было отмечено выше, без наличия ТСЛФ любое лесопользование становится невозможным. Следует отметить, что эффективность планирования создания и развития транспортной сети на территории лесного фонда определяется отношением общей экономической стоимости лесных ресурсов к капитальным затратам на создание и развитие ТСЛФ с учетом дисконтирования данных денежных потоков по этапам освоения территории лесного фонда. В этой связи, исходя из важности отмеченного стоимостного показателя, обозначается необходимость выведения рационального подхода к определению общей экономической стоимости лесных ресурсов.

Учитывая вышеизложенное, нами предлагается разделить общую экономическую стоимость лесных ресурсов на две основных составляющих: стоимость использования (лесозаготовка) и стоимость сохранения лесных ресурсов (учет побочного лесопользования, экологических и социальных функций леса). Подобный подход можно считать интегральным, так как он обеспечивает суммарную оценку полезностей леса за счет расчета стоимости лесных ресурсов по способу их использования либо неиспользования (рис. 2).

В стоимость сохранения лесов авторамы предлагается включить показатели косвенной стоимости, которые поддаются расчету, а также учитывать показатели отложенной альтернативы лесопользования и стоимости существования лесов в разрезе показателя неосвоения территории лесного фонда. Поскольку инвестирующее в проект создания и развития ТСЛФ предприятие, с одной стороны, теряет доход от реализации запаса древесного сырья ввиду отсутствия лесной дорожной сети на данном этапе освоения. С другой стороны, потерей данного дохода предприятие в некоторой степени оплачивает консервацию лесного массива в целях использования его на будущих этапах создания транспортной сети. Следует отметить, что в области практической деятельности хозяйствующего субъекта подлежащая к освоению территория лесного фонда может не в полном объеме использоваться в аспекте главного лесопользования (условия сплошной рубки, т. е. согласно рис. 2, – вариант 1 формирования общей экономической стоимости лесных ресурсов) либо на отмеченной территории лесного фонда могут осуществляться выборочные рубки. Следовательно, часть данного лесоучастка будет сохранена и может использоваться в других целях. Исходя из того, что цели использования сохраненных лесных земель различны, для каждого лесоучастка возможна либо единичная цель использования, либо комбинация отмеченных целей будет носить индивидуальный характер (согласно рис. 2 – вариант 2 формирования общей экономической стоимости лесных ресурсов).

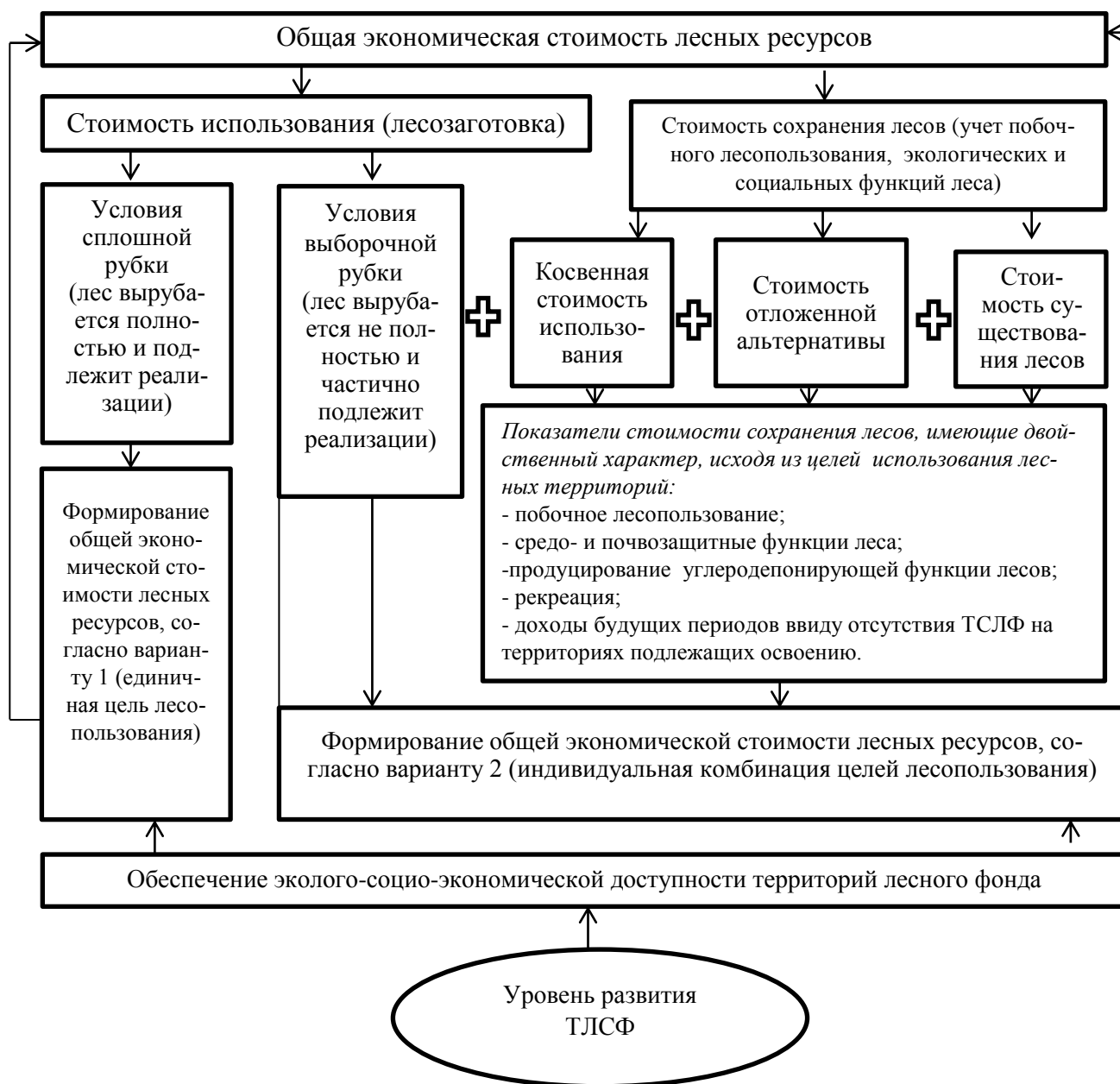


Рис. 2. Интегральный подход к определению общей экономической стоимости лесных ресурсов с учетом уровня развития ТЛСФ

Подводя итоги, можно заключить, что предлагаемый интегральный подход с учетом уровня развития ТЛСФ определения показателя общей экономической стоимости лесных ресурсов обеспечивает учет всех материальных и нематериальных выгод, не связанных с традиционными способами использования древесины в лесопереработке. Данный подход позволяет рассчитать отмеченную стоимость с учетом эколого-социо-экономической доступности лесных территорий, распределить стоимостные характеристики ресурсов лесных земель в зависимости от целей их использования по-

средством учета уровня развития транспортных сетей в подходе к определению общей экономической стоимости полезностей леса.

*Библиографические ссылки*

1. Пунцукова С. Д. Эколого-экономическая оценка лесных ресурсов как основа устойчивого лесопользования // Вестник Бурятского государственного университета. – 2011. – № 4. – С. 38–43.
2. Майоров И. Г., Третьяков А. Г. Экономическая доступность лесных ресурсов и транспортная доступность // Экономика и управление. – М., 2014. – 10(119). – С. 24–28
3. Основы расчета и планирования устойчивого управления лесопользованием : монография / О. В. Болотов, Ю. М. Ельдештейн, А. С. Болотова и др. – Красноярск : СибГТУ, 2005. – 180 с.
4. Ковалев Р. Н., Гуров С. В. Планирование транспортных систем лесных предприятий в условиях многоцелевого лесопользования: монография. – Екатеринбург : Урал. гос. лесотехн. академия, 1996. – 250 с.
5. Оплетаев А. С., Чермных А. И. Повышение продуктивности лесов: учеб.-метод. пособие. – Екатеринбург : Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2017. – 28 с.

УДК 517.935

А. Ю. Вдовин, С. С. Рублева  
(A. Yu. Vdovin, S. S. Rubleva)  
УГЛТУ, Екатеринбург  
(USFEU, Yekaterinburg)

**К ВОПРОСУ О ВЛИЯНИИ СВОЙСТВ ИНФОРМАЦИИ  
НА КАЧЕСТВО ПРИНИМАЕМЫХ УПРАВЛЕНЧЕСКИХ  
РЕШЕНИЙ (МАТЕМАТИЧЕСКИЙ АСПЕКТ)  
(ON THE INFLUENCE OF INFORMATION PROPERTIES  
ON THE QUALITY OF MANAGEMENT DECISIONS  
(MATHEMATICAL ASPECT)**

*На примере построения приближения управления в динамической системе показывается возможность оптимизации этого алгоритма в случае доступности информации о состоянии системы в опережающий момент времени.*

*Using the example of constructing a control approximation in a dynamic system, the possibility of optimizing this algorithm is shown if information about the state of the system is available at a leading time.*

Рассматривается динамическая система, эволюция которой на заданном временном промежутке  $T$  осуществляется по некоторому закону, зависящему от момента времени  $t$  из этого промежутка, её состояний в эти моменты  $(t)$ , а также от воздействия  $u(t)$  (со значениями из некоторого компакта  $Q$ ), оказывающего влияние на рассматриваемую систему в момент  $t$ .

**Задача состоит в определении этого неизвестного воздействия.** Подробнее остановимся на информации о системе: будем считать, что зависимость производной состояния  $x'(t)$  (его скорости) от  $t$ ,  $x(t)$ ,  $u(t)$  известна, т. е.

$$x'(t) = f(t, x(t), u(t)) \quad (1)$$

Более того, станем предполагать, что правая часть (1) линейна по  $u(t)$ :

$$f(t, x(t), u(t)) = f_1(t, x(t)) + f_2(t, x(t))u(t), \quad (2)$$

а функции  $f_1(t, x(t))$  и  $f_2(t, x(t))$  удовлетворяют условию Липшица по совокупности переменных:

$$\|f_i(t_2, x_2) - f_i(t_1, x_1)\|_i \leq L(|t_2 - t_1| + |x_2 - x_1|), \quad \text{где } i = 1, 2. \quad (3)$$

При этом если временной промежуток конечен:  $T = [t_0; a]$ , то решение  $x(t)$  задачи Коши для (1) при фиксированном начальном условии  $x(t_0)$  существует, единственно и при всех  $t$  из  $T$ , принадлежит некоторому компакту  $X$ . Для решения поставленной выше задачи очевидно необходима информация об упомянутом  $x(t)$ . Она может характеризоваться неполнотой, неточностью и неупреждаемостью. Неполнота состоит в том, что для каждого полуинтервала  $[t_i, t_{i+1})$  разбиения временного промежутка  $T$  узлами  $t_0 < t_1 < \dots < t_m$  имеется информация лишь о значении  $x(t_i)$ , неточность – в том, что вместо  $x(t_i)$  доступно значение  $x_i$ , при этом

$$|x(t_i) - x_i| \leq h, \quad (4)$$

а неупреждаемость – в том, что  $x_i$  становится известным лишь в момент  $t_i$ . Далее без ограничения общности считаем, что  $|t_{i+1} - t_i| = \Delta = \text{const}$ . Неточность поступающей информации с необходимостью влечёт возможность лишь приближённого определения искомого воздействия. Поэтому алгоритм построения приближения должен быть **регуляризирующим** и **динамическим**. Первая характеристика означает, что ошибка приближения

должна стремиться к нулю вместе с величиной  $h$ , вторая – что построение приближения на промежутке  $[t_i; t_{i+1})$  должно быть закончено до момента  $t_{i+1}$ .

Впервые алгоритм с указанными свойствами был предложен в 1983 г. [1], при этом использовался аппарат управляемых моделей из теории позиционных дифференциальных игр и применялось согласование параметров метода  $\Delta = \Delta(h)$ ;  $\alpha = \alpha(h)$  с ошибкой  $h$ . Упомянутую управляемую модель на промежутке  $[t_i; t_{i+1})$  было предложено выбирать по правилу

$$w_h(t) = w_h(t_i) + (f_1(t_i, x_i) + f_2(t_i, x_i)v_h(t_i))(t - t_i), \quad (5)$$

а приближение воздействия  $v_h(t)$ , как проекцию на компакт  $Q$  вектора, т. е.

$$f_2^T(t_i, x_i) \frac{(x_i - w_i)}{\alpha(h)}. \quad (6)$$

Использование (5), (6) позволяет строить приближение воздействия в режиме реального времени, а результат теоремы (из той же работы [1]) говорит о том, что построенный динамический результат является регуляризирующим при соответствующем выборе параметров.

**Теорема 1.** Пусть динамическая система (1), (2) функционирует на временном промежутке  $[t_0, a]$ , имеет место (3), значения  $u(\cdot)$  принадлежат некоторому компакт  $Q \subset R^q$ . Параметры  $\alpha(h), \frac{h + \Delta(h)}{\alpha(h)}$  стремятся к нулю вместе с  $h$ . Тогда  $\lim_{h \rightarrow 0} \|v_*(\cdot) - v_h(\cdot)\|_{L_2[a, b]} = 0$ , где  $\|v_*\| = \min \|v(\cdot)\|_{L_2[a, b]}$ .

Важным вопросом является получение оценки точности (в зависимости от погрешности измерения  $h$ ), с которой можно построить приближение воздействия. Известно, что в общем случае такую оценку получить не удастся, для этого нужны дополнительные ограничения (дополнительная информация) на воздействие  $u(\cdot)$ .

**Теорема 2.** Пусть помимо условий теоремы 1 выполняется  $0 \in Q$ ,  $u(\cdot)$  обладает ограниченной вариацией на  $[t_0, a]$ ,  $f_2(\cdot)$  – матрица полного ранга.

Тогда существуют положительные константы  $C_1, h_1$  такие, что при  $h \in (0, h_1)$ ,  $k \in N$ :

$$\|v_*(\cdot) - v_h(\cdot)\|_{L_1[a, b]} \leq C_1 h^{\frac{k}{2k+1}},$$

это означает, что при  $k \rightarrow \infty$  асимптотический порядок точности равен  $1/2$ .

В следующем примере демонстрируется численная реализация алгоритма:

**Пример 1.**  $\begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \end{pmatrix}' = \begin{pmatrix} -t^2(x_1 + 2) \\ t^3 - x_2 + 1 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} x_1 & x_2 \\ -x_2 & 1 \end{pmatrix} u(t)$ , с начальным условием  $\begin{cases} x_1(0) = 1 \\ x_2(0) = 0 \end{cases}$ . Выберем параметры  $h = 0,0001$ ,  $\Delta(h) = h = 0,0001$ ,  $\alpha(h) = \sqrt{h}$

Построим приближение воздействия по правилам (5), (6). Обозначим через  $v_i$ -приближение  $i$ -й координаты воздействия  $u(\cdot)$  (рис. 1).

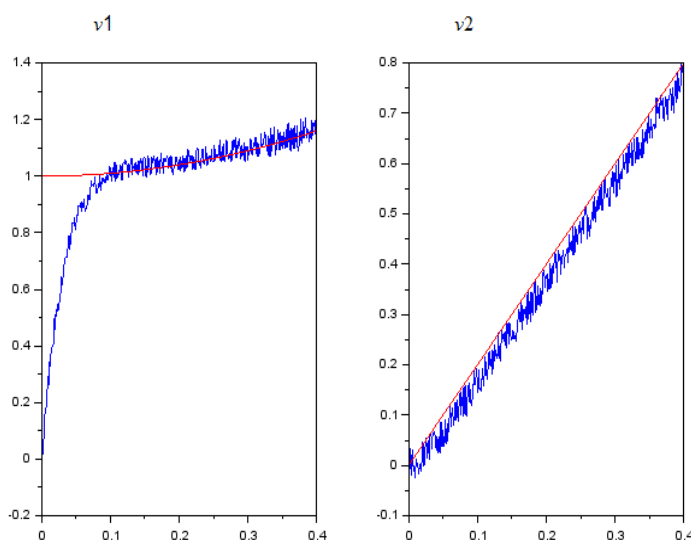


Рис. 1. Алгоритм, имеющий высокую зашумленность

На рис. 1 видно, что построенный алгоритм, обладающий оптимальным асимптотическим порядком точности, имеет высокую зашумленность. Оказалось, что её можно понизить, если обладать дополнительной информацией, т. е. знать, что будет происходить с  $x(t_i)$  в следующий момент времени, то есть при  $t = t_{i+1}$ .

Рассмотрим модификацию алгоритма, пусть приближение воздействия строится по правилу:

$$v_2(t_{i+1}) = \left( \frac{\alpha}{\Delta} E + f_2^T(t_{i+1}, x_{i+1}) f_2^T(t_{i+1}, x_{i+1}) \right)^{-1} f_2^T(t_{i+1}, x_{i+1}) \left( \frac{x_{i+1} - w_h(t_i)}{\alpha(h) + \Delta(h)} - f_1(t_{i+1}, x_{i+1}) \right), \quad (7)$$

с моделью:

$$w_h'(t_{i+1}) = \frac{x_{i+1} - w_h(t_i)}{\alpha(h) + \Delta(h)}, \quad (8)$$

тогда

**Теорема 3** [3]. Пусть выполнены условия теоремы 2, приближение воздействия строится по правилу (7) с моделью (8). Тогда существуют положительные константы  $C_2, h_2$  такие, что при  $h \in (0, h_2)$  и выборе  $\Delta(h) = \sqrt{h}$ ,  $\alpha(h) = h$  для точности приближения справедлива формула

$$\|v_*(\cdot) - v_2(\cdot)\|_{L_1[a,b]} \leq C_1 h^{\frac{1}{2}}.$$

Таким образом, предложенный алгоритм обладает оптимальным (уже неасимптотическим) порядком точности, к тому же его шаг на порядок больше, следовательно, этот метод менее трудозатратен.

Проиллюстрируем работу этого алгоритма для той же системы, что и в примере 1.

**Пример 2.**  $\begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \end{pmatrix}' = \begin{pmatrix} -t^2(x_1 + 2) \\ t^3 - x_2 + 1 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} x_1 & x_2 \\ -x_2 & 1 \end{pmatrix} u(t)$ , с начальным условием  $\begin{cases} x_1(0) = 1 \\ x_2(0) = 0 \end{cases}$ . Выберем параметры  $h = 0,0001$ ,  $\Delta(h) = \sqrt{h}$ ,  $\alpha(h) = h$ .

Построим приближение воздействия по правилам (7), (8). Обозначим через  $v_i$  – приближение  $i$ -ой координаты воздействия  $u(\cdot)$  (рис. 2).

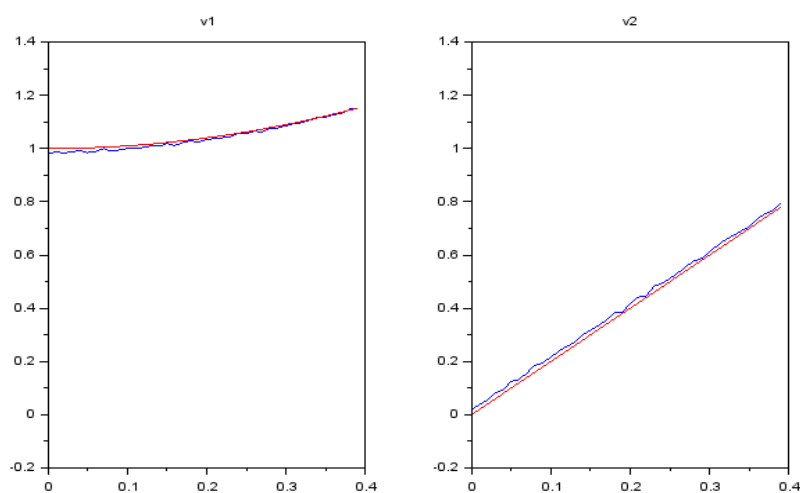


Рис. 2. Алгоритм снижения зашумленности

На рис. 2 видно, что удалось снизить зашумленность метода. При этом, как и в оригинальном методе, построение приближения нормального воздействия не требует нахождения псевдообратной матрицы, что делает метод привлекательным с точки зрения практического использования.

*Библиографический список*

1. Кряжимский А. В., Осипов Ю. С. О моделировании управления в динамической системе // Техн. кибернетика. – 1983. – № 2. – С. 51–60.
2. Вдовин А. Ю., Рублева С. С. О гарантированной точности процедуры динамического восстановления управления с ограниченной вариацией в системе, зависящей от него линейно // Мат. заметки. – 2010. – Т. 87. – Вып. 3. – С. 337–358
3. Вдовин А. Ю., Рублева С. С. О возможности получения оптимального порядка точности при восстановлении воздействия динамическим методом // Вестник Российских университетов. Математика. – Тамбов : ТГУ, 2020. – Т. 25. – № 130. – С. 147–155

УДК 378.14

М. В. Воробьева, И. А. Петрикеева  
(M. V. Vorobyeva, I. A. Petrikeevea)  
УГЛТУ, Екатеринбург  
(USFEU, Yekaterinburg)

**ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ СОСТАВЛЯЮЩАЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ  
ПОДГОТОВКИ СТУДЕНТОВ ТЕХНИЧЕСКИХ ВУЗОВ**  
(**ECOLOGICAL COMPONENT OF PROFESSIONAL TRAINING OF STU-  
DENTS OF TECHNICAL UNIVERSITIES**)

*Объективная экологизация общества неизбежно проявляется в экологизации образования как одного из важнейших инструментов социального влияния. В современном мире у человека нет выбора: быть экологичным или не быть. Вопрос стоит не только о здоровье человека или качестве его жизни, но и о сохранении возможности жизни на Земле. Высшее образование может (и должно) участвовать в процессе экологизации жизни, деятельности и мышления современного человека.*

*The objective greening of society inevitably reveals itself in the greening of education as one of the most important social influence tools. In the modern world, a person has no choice: to be environmentally friendly or not. The question is not only about human health or the quality of life, but also about preserving the possibility of life on Earth. Higher education can (and should) participate in the process of greening of life, activity and thinking of a modern person.*

Экологическое мышление в современном мире претендует быть одним из важнейших интегративных социальных факторов, который взаимо-



действует с реальным миром, человеческой деятельностью, культурой и познанием как экосистемами различного уровня, взаимопроникающими и функционирующими по комплексным природно-социально-техническим законам.

Идея «мира – экосистемы» утверждается в XX веке на фоне разрушительных последствий человеческой деятельности. Человек вынужден взять на себя ответственность за происходящее с планетой – осознание, которое начинает выходить за пределы мировых научных сообществ, деятельности правительств, общественных движений и организаций и затрагивает жизнь каждого человека на Земле.

Образование неизбежно участвует в формировании экологического сознания. Международные и российские научные и политические сообщества разрабатывают концепции образования для будущего. В России одна из таких концепций носит название «Концепция общего экологического образования в интересах устойчивого развития (ЭОУР)» [1]. В ней концептуально оформлен уровень общего экологического образования, целью которого является заложение основ экологической культуры и экологического мышления.

В Концепции ЭОУР понимается как «общекультурное, естественнонаучно-гуманитарно-техническое направление экологического образования современного человека» [1]. Иными словами, ЭОУР является метапредметной областью взаимодействия всех областей науки: естествознания, социально-гуманитарных и технических наук и культуры, представляя собой диалог сложных систем разной природы и их специфических языков.

В широком смысле слова экологическое выступает в Концепции как системное качество современной среды (мира) и взаимодействий внутри неё. В образовании это выражается в необходимости интеграции предметных областей различных типов наук и в их метапредметных связях.

В отличие от общей школы в высшей школе не разработана целостная концепция экологического образования, но её элементы легко выводятся из идеологии и установок ЭОУР. Общая школа формирует основы экологической культуры и экологического мышления, а вузы продолжают эту работу в формировании экологической составляющей профессиональной деятельности – направление исследований, получившее разработку в системотехнике и оценке социальных последствий инженерной деятельности [2]. Экологические характеристики закладываются на всех этапах проектной деятельности: от замысла проекта, до его реализации и оценки социальных последствий реализации. Современное инженерное мышление, по определению, является социально ответственным, природо- и человекообразным (эргономика), соответствующим тому, что Г. Бейтсон [3] назвал «экологией разума».

УГЛТУ – технический вуз, осуществляющий профессиональную подготовку по экологическому направлению. Это очень важная и социально востребованная задача. Но экологизация образования не исчерпывается этим, она подразумевает еще и экологическое мышление, которое является составляющей профессионализма всех выпускников независимо от направления и профиля подготовки.

Как можно достичь проникновения принципов и понятий экологии в структуру подготовки специалистов?

Конечно, НЕ в процессе включения дисциплин экологического профиля в учебные планы всех направлений бакалавриата и магистратуры (это можно было бы назвать экологическим образованием). Экологизация образования состоит в том, что формирование экологического мышления становится одной из целей каждой учебной дисциплины (естественно-научной, гуманитарной или технической) всех направлений подготовки.

В такой постановке вопроса, экологизация выступает не как освоение нового учебного курса (новые знания), а как умения и навыки, приобретаемые в ходе всего обучения и воспитания в вузе, как задача формирования особого типа личности – субъекта экологической культуры [1], реализующей экологическое мышление в повседневной и профессиональной деятельности. Это первое.

Второе. Экологизация образования включает в себя экологию материальной и информационной сред вуза.

Третье. Экологизация образования предусматривает создание особой атмосферы взаимодействий субъектов образовательного процесса (экологию общения): администрации вуза – учебно-вспомогательного персонала – педагогов – обучающихся – работодателей.

Четвертое. Экология обучения: как формулируются цели и задачи обучения? Как происходит взаимодействие преподавателей и студентов в процессе обучения? Как задача экологизации мышления присутствует в формулировке предмета дисциплины, целей учебных занятий, в формах и методах организации обучения, во внеучебной деятельности студентов?

Сейчас, безусловно, проблематично говорить об осознании педагогами УГЛТУ экологической составляющей образования (особенно это относится к их повседневной практической учебной деятельности, определяемой учебными планами и рабочими программами дисциплин). Педагог-предметник неэкологических дисциплин не ставит перед собой задачу формирования экологического мышления студентов средствами своего курса. Но это то, что обязательно должно проектироваться на этапах создания РПД и при подготовке к занятиям со студентами, так как экологическое мышление и экология взаимодействий (взаимная поддержка) педагогов и обучающихся, по сути, являются гуманизацией образования. Человек открыл экологический взгляд на мир и осознал свою ответственность

перед другими живыми существами и средой обитания, и именно поэтому экология деятельности и мышления является специфически человеческим качеством. Чем более экологичны деятельность и сознание человека, тем более он человечен. Великий философ XX века произнёс: «Язык есть дом Бытия» [4, С. 192]. Человек изобрел язык, чтобы произнести на нем слово в защиту природы и на этой основе, организовать свою природоохранную и природосберегающую деятельность.

Цель современного (экологичного) образования – сформировать экологическое мышление и экологическую личность как предпосылки экологии деятельности и повседневной жизни человека. Экологическое мышление характеризуется целостностью, многогранностью, ответственностью перед природой и здоровьем и жизнью людей и других живых существ. В этом мышлении Земля, космос, человек, образование, обучающиеся, педагоги и их взаимодействия рассматриваются как экосистемы. Экологическое мышление – мышление стратегическое и гуманное. Экологизацию образования можно понимать как формирование у обучающихся характеристик этого мышления и его реализацию в их повседневной и профессиональной жизни.

Лесотехнический вуз занимает особое место в экологизации образования в силу специфики своих объекта и предмета деятельности. Природное, антропологическое и техническое переплетены в объекте изучения и деятельности студентов и педагогов УГЛТУ, что делает экологический взгляд на мир естественным для них. Миссией УГЛТУ может стать экологизация общества через деятельность его выпускников, которые воплотят экологический императив в среде повседневного и профессионального взаимодействия с другими людьми, общении и воспитании. Таким может быть идеал профессионального образования для студентов и выпускников технического вуза.

### *Библиографический список*

1. Концепция общего экологического образования в интересах Устойчивого развития. – URL: <https://cloud.mail.ru/public/vAAH/cHLYd4er>
2. Горохов В. Г., Грунвальд А. Каждая инновация имеет социальный характер (Социальная оценка техники как прикладная философия техники) // Высшее образование в России. – 2011. – № 5. – С. 135–145. – URL: <https://gtmarket.ru/laboratory/expertize/5347> (дата обращения: 02.11.2020).
3. Бейтсон Г. Экология разума. Избранные статьи по антропологии, психиатрии и эпистемологии ; Пер. с англ. – М. : Смысл, 2000. – 476 с.
4. Хайдеггер М. Время и бытие: статьи и выступления; пер. с нем. – М. : Республика, 1993. – 447 с.

УДК 796.011.1

Н. П. Деркачева  
(N. P. Derkacheva)  
ВГУИТ, Воронеж  
(VGUIT, Voronezh)  
М. Н. Могунова  
(M. N. Mogunova)

ВГЛТУ имени Г.Ф. Морозова, Воронеж  
(VSFU named after G.F. Morozov, Voronezh)

**ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ  
САМОСТОЯТЕЛЬНЫХ ЗАНЯТИЙ СРЕДСТВАМИ  
ДВИГАТЕЛЬНОЙ АКТИВНОСТИ  
(INCREASING THE EFFICIENCY OF INDEPENDENT  
EXERCISE BY MEANS OF PHYSICAL ACTIVITY)**

*В статье рассматривается повышение эффективности самостоятельных занятий средствами двигательной активности, которое предполагает укрепление здоровья и поддержание работоспособности, помогая вести наблюдение за физическими показателями организма и анализировать его общее состояние.*

*The article deals with the increase in the effectiveness of independent exercise by means of physical activity, which involves health promotion and maintenance of working capacity, helping to monitor the physical indicators of the body, and analyze its general condition.*

На всех этапах эволюционного развития формирование человека проходило в непрерывной связи с активной мышечной деятельностью, независимо, целенаправленные ли это занятия для участия в состязаниях или лечебных целях, привычные каждодневные движения или набор упражнений, создающий положительное воздействие на организм. На протяжении всего времени рождались новые виды спорта, менялись методики преподавания и направления двигательной активности, но желание познавать «новые высоты» и преодолевать себя остаётся неизменным.

Каждую двигательную активность на любых ступенях роста определяют её цели и задачи. Также и при выполнении работы самостоятельно должен быть определённый план действий, включающий в себя поставленные цели и характерные задачи.

Для повышения эффективности самостоятельных занятий двигательной активностью необходимо учитывать не только собственные пожелания и рекомендации преподавателя, но и состояние организма на данный момент времени. Первостепенным моментом должно стать изучение своего

тела, физического состояния, и в течение тренировок необходимо вести наблюдение за физическими показателями организма. Также надо учитывать физиологические показатели, которые играют немаловажную роль в правильном выполнении упражнений и количестве их повторений.

Если мы рассматриваем вопрос о повышении эффективности именно самостоятельных занятий, то на начальном этапе тренировочного процесса, определив исходный уровень функционального состояния организма, во время или после тренировки необходимо проследить за эволюцией или деградацией показателей. Добиться желаемого результата практически невозможно, если мышцы и организм в целом не «прочувствует» достаточной нагрузки, но, с другой стороны, неконтролируемые интенсивные физические нагрузки также могут вызвать чрезмерное перенапряжение. Ограничение двигательной активности снижает не только физическую, но и умственную работоспособность [1]. Поэтому и возникает необходимость определения оптимального уровня интенсивности особенно для тех, кто приступил к самостоятельным занятиям.

Каждая двигательная активность имеет в своём арсенале нагрузок ряд физических и физиологических показателей. К физическим показателям относятся: продолжительность, интенсивность и объем, количество повторений, скорость и темп движений. Физиологические параметры включают в себя увеличение частоты сердечных сокращений (ЧСС). Измерение ЧСС за 1 мин. – наиболее доступный контроль физической нагрузки при выполнении самостоятельной работы.

Существует ряд принципов, которые помогают вывести самостоятельные занятия на более качественный уровень: осознание и поиск методики обучения тренировке, доступность и индивидуализация, систематичность, сочетание динамичности и постепенности.

Что касается форм, характерных для самостоятельных занятий, то их можно разделить следующим образом.

- Гигиеническая гимнастика. Ежедневно выполняются общеразвивающие упражнения в течение 10–15 мин., для подготовки организма к дальнейшей деятельности, преимущественно в утреннее время. Набор упражнений гигиенической гимнастики может служить разминкой перед самостоятельной тренировкой.

- Гимнастика в течение дня. Напоминает гигиеническую гимнастику по набору упражнений и по длительности их выполнения, но акцент выполнения направлен на определённые группы мышц и проводится по необходимости.

- Самостоятельная тренировка. Независимо от характера тренировки подразделяется на разминку, основную часть и заминку. Продолжительность занятия от 30 мин до 1 часа, 2–4 раза в неделю.

– Ходьба и бег. Можно выделить отдельно, т. к. являясь наиболее доступными средствами физической тренировки возможны как разминка, так и самостоятельная тренировка в любое свободное время, преимущественно на свежем воздухе.

Все перечисленные формы занятий должны сочетать в себе физическую нагрузку и отдых или перерывы, чтобы исключить перегрузки и вывести выполнение самостоятельной тренировки на качественный уровень.

Преимущество самостоятельных занятий в том, что они могут проводиться в любых условиях и в комфортное время. Также самостоятельные занятия в какой-то степени можно назвать творческим процессом, потому что в данном случае каждый определяет для себя двигательную активность и план действий, а установка на выполнение задания, развитие инициативы, самонаблюдения и анализа своей деятельности активизирует занимающихся. Динамика физического развития отслеживается в дневнике самоконтроля, а анализ результатов помогает скорректировать нагрузку.

В последнее время мы всё чаще сталкиваемся с дистанционным обучением или информированием «на расстоянии». Этот процесс можно назвать тандемом самостоятельных занятий под контролем преподавателя. В это время преподаватель, помогая самовыражению и поддерживая проявление индивидуальности каждого обучающегося, должен быть избирательнее, постепенно внедряя инновационные направления. Актуальной проблемой является изучение адаптации обучающихся к напряженной учебной деятельности с целью скорейшего и без ущерба здоровью вхождения в образовательный процесс [2].

В период дистанционного обучения с марта 2020 г. по июнь 2020 г., среди обучающихся 2 вузов, в котором приняли участие соответственно 115 и 96 респондента, был проведён опрос с целью выявить отношение к самостоятельным и учебным занятиям. Результаты приведены ниже.

Отношение обучающихся к учебным и самостоятельным занятиям.  
в % от числа респондентов

Варианты ответов	ВГУИТ, %	ВГЛТУ, %
Предпочтение к учебным занятиям	54	48
Предпочтение к самостоятельным занятиям	26	40
Не имеет значения	20	12

Анализируя результаты опроса, можно сказать, что, несмотря на преимущество выбора «учебных занятий», самостоятельные занятия также имеют своё распространение. Поэтому для повышения эффективности

двигательной активности, выполняемой самостоятельно необходимо подойти ответственно. А именно должны быть проработаны основные моменты: изучение материала, консультации тренера-преподавателя, ведение дневника самоконтроля, изучение своего организма при физических нагрузках, систематичность и постепенность тренировочного процесса с учётом индивидуализации, анализ своих действий и полученного (или не полученного) результата.

Если рассматривать в данном ракурсе дистанционное обучение, то дифференциация интересов и предпочтений обучающихся в этой сфере определяет необходимость использования форм организации физкультурно-спортивной деятельности, наиболее привлекательных на данный момент времени [3]. Во многом выбор двигательной активности зависит от заинтересованности, материальной базы и помимо самого процесса тренировки конечного результата. Обучающиеся всегда с интересом реагируют на новые поставленные задачи, подкрепляющиеся эффективностью и качеством. Привлекая обучающихся разного уровня подготовки к самостоятельным занятиям средствами двигательной активности, решаются вопросы развития их физических качеств [4] и укрепления здоровья.

#### *Библиографический список:*

1. Валиев С. К., Могунова М. Н. Научно-методические основы физической рекреации здорового образа жизни студенческой молодёжи: учеб. пособие. – Воронеж, 2020. – С. 90.
2. Суханов В. М., Соболева Т. С. Нетрадиционные методы исследования адаптации обучающихся в вузе: Игровые виды спорта: актуальные вопросы теории и практики: сб. науч. ст. 2-ой Межд. науч.-практ. конф., посвящённой памяти ректора ВГИФК В. И. Сысоева. – Воронеж, 2019. – С. 270–275.
3. Васильева М. А., Деркачева Н. П. Отношение студентов технических вузов к физической культуре и спорту // Физическая культура. Спорт. Туризм. Двигательная рекреация. – 2018. – Т. 3. – № 4. – С. 120-124.
4. Деркачева Н. П., Могунова М. Н. Развитие физических качеств средствами функционального тренинга // Современные проблемы физической культуры, спорта и безопасности жизнедеятельности: сб. науч. тр. Всерос. науч.-практ. конф. и VII Всерос. конкурса научных работ в области физической культуры, спорта и безопасности жизнедеятельности; под общей ред. А. А. Шахова. – 2020. – С. 33–37.

УДК 330.15

Ю. А. Капустина, Ю. Н. Ростовская  
(Yu.A. Kapustina, Yu.N. Rostovskaya)  
УГЛТУ, Екатеринбург  
(USFEU, Yekaterinburg)

**ПОДХОДЫ К ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ОЦЕНКЕ  
ПОЛЕЗНЫХ ФУНКЦИЙ ЛЕСА  
(APPROACHES TO THE ECONOMIC ASSESSMENT  
OF USEFUL FOREST FUNCTIONS)**

*Рассмотрены подходы к детализации полезных функций леса, доказан приоритет экологических функций, дана экономическая оценка полезных функций лесов Челябинской области, определена цель экономической оценки полезных функций леса, обоснована актуальность проектирования интеллектуальных систем мониторинга состояния лесных ресурсов как элемента системы стратегического планирования в сфере лесных отношений.*

*The article considers approaches to detailing the useful functions of the forest and proves the priority of ecological functions. The economic assessment of useful functions of forests of the Chelyabinsk region is given, the purpose of economic assessment of useful functions of the forest is defined. The relevance of designing intelligent systems for monitoring the state of forest resources as an element of the strategic planning system in the sphere of forest relations is proved.*

Многоаспектность понятия «лес» и его многофункциональность как экосистемы и природного ресурса, с одной стороны, подчеркивается и не оспаривается как в научных трудах, так и нормативно-правовых актах. С другой стороны, в этих же источниках регулярно уточняются и конкретизируются представления о лесе как комплексной категории, требующей систематизации и детализации, адаптации к изменяющимся социально-экономическим условиям. Использование, сохранение и управление лесами как основные целенаправленные действия, заявленные Лесным кодексом, соответствующие принципам их глобального социально-экологического значения, требуют очерчивания правового поля категории и развития методических инструментов стратегического планирования в сфере лесных отношений [1, 2, 3].

Вопросы экономической оценки полезных функций леса остаются актуальными на протяжении последних десятилетий: освещаются в научных и учебно-методических работах [3, 4], включаются исполнительными органами власти в структуру документов стратегического планирования [5].

Наиболее известные подходы к детализации полезных функций леса приведены в таблице.



# Детализация полезных функций леса [1, 4, 5]

Автор (источник)	Функции		Основание детализации
	Виды (блоки)	Подвиды	
Лесной кодекс РФ	Полезные	Средообразующие	классификация лесов по выполняемым функциям
		Водоохранные	
		Защитные	
		Санитарно-гигиенические	
		Оздоровительные	
		Иные полезные	
Луганский Н.А. Луганский В.Н. Залесов С.В.; Мартынов А.Н. Мельников Е.С. Ковязин В.Ф., Аникин А.С., Минаев В.Н., Беляева Н.В.; другие	Сырьевые	По видам древесных и недревес- ных ресурсов	продуцирование запаса лесных ресурсов
	Экологические	Климатообразующие (терморегу- лирующая, осадкоаккумулирую- щая, ветрогасящая и др.)	продуцирование объектов живой и неживой при- роды
		Почвообразующие (противоэрози- онная, противодефляционная, ак- кумуляционная, почвомелиора- тивная)	
		Гидрологические (водоохранная, водорегулирующая, берегозащит- ная, гидромелиоративная)	
		Биотообразующие (формирование фито-, зоо- и микробиоценозов)	
		Горообразующая* (противоселе- вая, противолавинная, противо- оползневая)	
	Социальные	Санитарно-гигиеническая	формирование и сохранение со- циальной среды
		Бактерицидная	
		Демпферная (противошумная)	
		Эстетическая	
		Психотерапевтическая	
		Рекреационная	
		Мемориальная	
	Научная		
* Термин введен авторами (Луганский Н.А. и др. именуют «функция леса, проявляе- мая в горах»).			

Среди основных средообразующих функций чаще всего называют продуцирование кислорода (кислородопродуктивность), депонирование углерода (углерододепонирующая), задержание пыли, выделение фитонцидов (фитонцидная активность).

Многолетние теоретические и полевые изыскания позволили выделить исследователям более сорока природосберегающих, защитных, средоформирующих, средостабилизирующих, социальных функций леса. При

определенной вариативности в терминологии и группировках этих функций очевидно преобладание подхода, при котором все полезные функции леса делятся на три блока: сырьевой, экологический и социальный [4].

С середины 80-х гг. XX в. акцент в приоритетности функций смещается от сырьевых к социальным и экологическим. IX Мировой лесной конгресс (1985, Мехико) признал, что последние не менее значимы для человечества, чем сырьевые. Следующий конгресс (1991, Париж) отметил приоритет социальных и экологических функций. Учитывая современное состояние лесов, понимание их глобальной роли, концептуальные положения нормативно-правовых актов в сфере лесных отношений, ранговая последовательность блоков полезных функций леса приняла вид: экологические – социальные – сырьевые.

В контексте стратегического лесного планирования, формализованным регламентом которого выступает лесной план субъекта Федерации, вопросы оценки полезных функций нашли отражение в двух разделах (приложениях): в натуральном (раздел 3.11, приложение 20) и стоимостном исчислении (раздел 6.3, приложение 32). Открытый перечень полезных функций, предлагаемый утвержденной формой лесного плана субъекта, отражает вариативность подходов к оценке и допускает авторское прочтение и соответственно формирование указанных разделов документа разработчиками [5] (рисунок).



Экономическая оценка полезных функций лесов  
Челябинской области за период действия лесного плана на 2018–2027 гг.

Экономическая оценка средообразующих, водоохранных, защитных, санитарно-гигиенических и иных полезных функций лесов выполнена на основе Методики экономической оценки лесов (приказ Федеральной службы лесного хозяйства России от 10.03.2000 № 43).

Основой экономической оценки полезных функций лесов является валовой капитализированный доход от древесины, отпускаемой на корню. На основе данных государственного лесного реестра (о площади, возрастах рубок и породном составе лесов субъекта), товарных таблиц (о распределении запаса по категориям крупности), нормативных значений ставок платы по лесным ресурсам определена стоимость запаса древесины на корню по категориям земель.

Для каждой категории защитности леса определены полезные функции. Средообразующие функции выполняют леса практически всех категорий защитности, но в большей степени зеленые и лесопарковые зоны. Их площадь на 01.01.2017 г. на землях лесного фонда Челябинской области составляла 294,6 тыс. га, на 01.01.2020 г. – увеличилась до 296,7 тыс. га. Наряду с защитными лесами средообразующие функции выполняют эксплуатационные леса, общей площадью на территории области 576,8 тыс. га на 01.01.2020 г. (увеличение по сравнению с 01.01.2017 г. 0,3 тыс. га). Водоохранные функции свойственны лесам, расположенным в водоохранных зонах, запретным полосам лесов вдоль водных объектов и нерестоохранным полосам (на 01.01.2017 г. – 169,8 тыс. га, на 01.01.2020 г. – 169,9 тыс. га). Защитные функции осуществляют противоэрозионные леса, леса, расположенные в пустынных, полупустынных, лесостепных, лесотундровых зонах, степях, горах, защитные полосы лесов железнодорожных путей общего пользования, федеральных автомобильных дорог общего пользования, автомобильных дорог общего пользования, находящихся в собственности субъектов Российской Федерации, государственные защитные лесные полосы (1079,8 тыс. га и 1080,4 тыс. га на начало 2017 и 2020 гг. соответственно). Санитарно-гигиенические функции выполняют леса, расположенные в первом и втором поясах зон санитарной охраны источников питьевого и хозяйственно-бытового водоснабжения, и леса, расположенные в первой, второй и третьей зонах округов санитарной (горно-санитарной) охраны лечебно-оздоровительных местностей и курортов (435,4 тыс. га на 01.01.2020 г., снижение по сравнению с 01.01.2017 г. 0,3 тыс. га). Иные полезные функции лесов соотнесены с лесами, имеющими научное или историческое значение (85,7 тыс. га и 85,6 тыс. га на 01.01.2017 г. и 01.01.2020 г. соответственно). Особые полезные функции выполняют городские леса и леса, расположенные на землях особо охраняемых природных территорий (см. рисунок).

Основной целью экономической оценки полезных функций леса следует считать методическое и информационное обеспечение лесного планирования на всех уровнях управления лесными отношениями.

Задачи частного характера, детализирующие указанную цель, связаны преимущественно с оценкой экономической доступности лесных ресурсов при определении платы за использование лесных ресурсов, цен сделок и ставок арендной платы, эффективности ведения лесного хозяйства и проектов освоения лесов, а также с оценкой экологического ущерба и эффективности природоохранных проектов и мероприятий.

Механизмом достижения заявленной цели в условиях современного развития цифровых технологий должно стать проектирование интеллектуальных систем мониторинга состояния лесных ресурсов. Формирование и развитие такого механизма, учитывая актуальность основной цели, само становится первоочередной задачей качественной экономической оценки полезных функций лесов.

### *Библиографический список*

1. Лесной кодекс Российской Федерации от 04.12.2006 № 200-ФЗ (ред. от 31.07.2020). – URL: <http://www.consultant.ru/document/> (дата обращения: 01.11.2020).

2. Постановление Конституционного Суда РФ от 02.06.2015 № 12-П «По делу о проверке конституционности части 2 статьи 99, части 2 статьи 100 Лесного кодекса Российской Федерации и положений постановления Правительства Российской Федерации «Об исчислении размера вреда, причиненного лесам вследствие нарушения лесного законодательства» в связи с жалобой общества с ограниченной ответственностью «Заполярье-нефть». – URL: [http://www.consultant.ru/document](http://www.consultant.ru/document/) / (дата обращения: 01.11.2020).

3. Лебедев А. В. Динамика продуктивности и средообразующих свойств древостоев в условиях городской среды (на примере Лесной опытной дачи Тимирязевской академии): автореф. ... дис. кан. с.-х. наук / Лебедев А. В.. – М., 2019. – 20 с. – URL: <https://www.dissercat.com/content/dinamika-produktivnosti-i-sredoobrazuyushchikh-svoistv-drevostoev-v-usloviyakh-gorodskoi-sre/read> (дата обращения: 01.11.2020).

4. Луганский Н. А., Залесов С. В., Луганский В. Н. Лесоведение: учебн. пособие. – Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2010. – 432 с.

5. Приказ Минприроды России от 20.12.2017 № 692 «Об утверждении типовой формы и состава лесного плана субъекта Российской Федерации, порядка его подготовки и внесения в него изменений». – URL: [http://www.consultant.ru/document](http://www.consultant.ru/document/) / (дата обращения: 01.11.2020).

УДК 378

Л. А. Киселева  
(L. A. Kiseleva)  
УГЛТУ, Екатеринбург  
(USFEU, Yekaterinburg)

**ОСОБЕННОСТИ СИСТЕМЫ ОБУЧЕНИЯ В ВУЗАХ ЧЕХИИ  
(НА ПРИМЕРЕ УНИВЕРСИТЕТА МЕНДЕЛЯ г. БРНО)  
(FEATURES OF THE EDUCATIONAL SYSTEM IN CZECH UNIVERSI-  
TIES (ON THE EXAMPLE OF THE MENDEL UNIVERSITY OF BRNO))**

*В статье описываются результаты исследования, посвященного особенностям образовательной системы обучения в вузах Чехии. В ходе анкетирования были опрошены 67 студентов лесохозяйственного факультета университета Менделя г. Брно, приехавших по обмену из разных стран мира, а также проведено интервью со студенткой УГЛТУ, проходившей обучение в данном европейском вузе. Автор приводит выводы, связанные с особенностями системы обучения в вузах европейских стран.*

*The article describes the results of a study on the peculiarities of the educational system of education in Czech universities. During the survey, 67 students of the faculty of forestry of the Mendel University of Brno, who came on exchange from different countries of the world, were interviewed, and a student of USFEU who studied at this European University was interviewed also. The author gives conclusions related to the peculiarities of the education system in universities in European countries.*

Сегодня мировое сообщество определяет содержание нового образования, разрабатываются и внедряются новейшие технологии обучения, постоянно совершенствуется образовательный процесс. Этому способствуют многие факторы: возрастающий объем знаний, умений и навыков, необходимых обучающимся, опыт работы образовательных учреждений разных стран.

Можно сказать, что сравнительный анализ различных систем образования и выявление конкретных подходов к содержанию образования дают возможность выделить предпосылки и тенденции формирования единого образовательного пространства.

Программа Erasmus+ направлена на развитие сотрудничества между университетами мира, получение опыта учебы за рубежом, знакомство студентов с культурой других стран. В рамках этой программы у российских студентов есть возможность пройти обучение в европейских вузах. Например, студенты Института леса и природопользования УГЛТУ имеют возможность поучиться на лесохозяйственном факультете Mendel University in Brno.

Университет Менделя в городе Брно – один из старейших вузов Чехии в сфере сельского и лесного хозяйства. В университете имеется 5 факультетов, в том числе лесохозяйственный, реализуется 35 программ для получения степени бакалавра. Будучи студенткой УГЛТУ Института леса и природопользования, Ирина Лямина также прошла обучение в университете Менделя в рамках обмена по программе Erasmus+, ныне она студентка 1-го курса магистратуры РГГМУ г. Санкт-Петербурга.

Нами было проведено исследование, посвященное особенностям системы обучения в вузах Чехии (на примере университета Менделя г. Брно). Цель исследования – выявить особенности процесса обучения в европейских вузах. Методы исследования – анкетирование 67 студентов университета Менделя г. Брно, приехавших по обмену из Чехии, Словении, Литвы, Франции, Германии, Греции, Камбоджи. Также был использован метод интервью с Ириной Ляминой как участницей данной программы, обучающейся в течение семестра на лесохозяйственном факультете данного университета.

В число особенностей обучения в университете Менделя входит кредитная система перевода оценок (ECTS). В течение семестра студенты должны освоить определенное количество кредитов (в российском образовании это количество часов, которые заложены учебным планом по каждой дисциплине). Один кредит равен 36 часам, в нашей системе образования это зачетная единица.

В университете Менделя каждый студент сам выбирает то число предметов, которые он должен изучить исходя из количества часов (кредитов). Студент составляет индивидуальный график обучения, где определены те дисциплины, которые он будет изучать и посещать по ним занятия.

В университете нет закрепленности студентов за определенной группой. По мнению респондентов, это дает им свободу выбора в рамках образовательной программы, которую они осваивают.

Интересен тот факт, что преподаватели университета не проверяют посещаемость занятий и за присутствие на паре не добавляют бонусов на зачете или экзамене, как это иногда делается в российских вузах. Кроме того, по словам Ирины Ляминой, студент может опоздать на пару, и ему не сделают замечания, так как это опоздание может быть связано с индивидуальным графиком обучения: у студента поздно закончилось предыдущее занятие, и поэтому произошло наложение дисциплин.

График работы студентов и расписание занятий выкладывается в информационной системе. Можно отметить, что исследование проводилось до пандемии, поэтому информационная среда в университете Менделя не подменяет контактные занятия, а создана скорее как дополнение к обучению в аудитории.

Этому есть объяснение. В университете студенты, как правило, не конспектируют текста лекций. По словам респондентов, во время занятий

их внимание сосредоточено на преподавателе, его объяснении, на экране монитора или проектора. Поэтому там и принято выкладывать материал, пройденный на лекциях, в информационной среде, чтобы студенты могли его повторить.

Вообще, самостоятельной работе студентов отводится достаточно много времени. Опрошенные ответили, что примерно 50 % материала они изучают самостоятельно, хотя многое, конечно, зависит от самого студента, насколько он был внимателен на лекции, хорошо ли подготовился к экзамену.

Как показал опрос, все преподаватели университета Менделя обладают высокой информационной культурой: на занятиях всегда используется проектор и компьютер, информация представляется в наглядной форме.

Респонденты указали, что по специальности у них много практических занятий. Можно сделать вывод, что обучение на факультете носит практикоориентированный характер, акцент делается не на теоретических, а на практических знаниях, умениях и навыках. По словам опрошенных, сразу после лекций студенты могут выйти во внутренний дворик, чтобы изучить какое-нибудь растение, посетить ботанический сад или лесничество, чтобы закрепить полученные знания на практике.

Таким образом, система образования в университете Менделя г. Брно направлена на развитие самостоятельности студентов, на усвоение ими практических знаний, закрепление умений и навыков.

УДК 930.1

Е. Ю. Литвинец  
(E. U. Litwinets)  
УГЛТУ, Екатеринбург  
(USFEU, Yekaterinburg)

## **ИСТОРИЧЕСКАЯ НАУКА И КРАЕВЕДЕНИЕ В УСЛОВИЯХ ГЛОБАЛИЗАЦИИ (HISTORICAL SCIENCE AND LOCAL HISTORY IN THE CONTEXT OF GLOBALIZATION)**

*В статье рассматриваются основные черты трансформации исторической науки, вызванные глобализацией. Отмечаются рост значимости краеведения и перспективы его дальнейшего развития.*

*The main features of the transformation of historical science caused by globalization are examined the article. The growth of the importance of local history and the prospects for its further development are noted.*

В настоящее время во всем мире наблюдается радикальное изменение социокультурного пространства. Глобализация привела не только к усилению интеграционных связей между государствами и преобразованиям в социально-экономической и политической сферах, но и к интеллектуальным трансформациям, затронувшим науку и образование.

Данные процессы существенно сказались и на одной из главных отраслей социально-гуманитарного знания – исторической науке, причем на самых разных уровнях, включая всеобщую историю и историческое краеведение. В современном обществе приобретение исторического знания остается важнейшей общественной необходимостью, т.к. оно создает ориентиры людей в окружающем мире, влияет на принятие ими решений, формирует методологические основы познания. Как и любая другая составляющая культурного бытия, историческая наука должна адаптироваться к происходящим переменам в общественной жизни и использовать дополнительные ресурсы для своего развития.

Наиболее позитивной тенденцией в науке представляется усиление диалога между различными ее отраслями, с одной стороны, и обмена научными ресурсами между странами, с другой. Информационный доступ к научным достижениям других стран, кооперация научно-технической деятельности, интенсивные международные связи на уровне студенческой науки – все это предоставляет огромные возможности для российских историков, расширяет границы их познания и способствует выполнению социальной функции исторической науки.

Другим проявлением трансформации социального знания в условиях глобализации выступает углубление его интереса к наиболее значимым проблемам современности и попытки решить их с точки зрения выявления причин, рассмотрения развития данных общественных явлений в историческом ракурсе. В частности, популярным становится изучение различных аспектов взаимодействия природы и человечества на определенных исторических этапах. Так, в 1970-е гг. на волне общественного интереса к глобальным экологическим проблемам возникла экологическая история – новое, быстро развивающееся направление современных исторических исследований [1].

Экологическая история, возникшая на стыке таких наук, как история, экология и география, с одной стороны, демонстрирует эффективность междисциплинарного подхода в познании, синтеза информационных ресурсов социальных и естественных наук. С другой стороны, возникновение экоистории свидетельствует о значимости глобальных общественных движений в трансформации научного познания, ведь именно мощное социальное экологическое движение в защиту окружающей среды, набравшее силу во второй половине XX в., привело к появлению этого нового научного направления.



Еще более новым и характерным проявлением глобализации мирового пространства выступает глобальная история, возникшая в конце XX в. как результат неудовлетворенности европоцентристской моделью всеобщей истории и ограниченностью национально-государственной истории [2]. Практика традиционных моделей исторического познания противоречила прежде всего наступлению постколониального периода, осознанию противоречивого, многообразного единства сообществ и культур. Глобальная история исходит из единства исторического процесса, предполагает изучение локальных процессов с глобальной точки зрения. Она находит их общие черты, но одновременно выделяет то, что отличает их от других, – уникально-локальное. Непрерывный поток культурного обмена направляет общества, государства и цивилизации к глобальной истории.

С другой стороны, в условиях сложного этнического пространства глобализация провоцирует в обществе вызов неопределенности, создает ощущение реальной угрозы национальной идентичности. Подъем национального самосознания, эмоционально-эстетическая потребность в уникальных местных отличиях, противостояние глобальной стандартизации и унификации – все эти процессы совпадают с ростом интереса к локальным историческим процессам в подходе глобальной истории. Отсюда нарастающее внимание обществоведческих дисциплин, культурологов и властных структур к краеведению. В настоящее время краеведение утверждается как самостоятельная комплексная научная дисциплина, необходимое средство подготовки специалиста, которому предстоит работать на изучаемой территории [3]. В этом смысле краеведение выступает важнейшей предпосылкой правильной организации модернизации края, реализации эффективной региональной политики, экономики, культуры и образования. Сегодня утверждаются новые подходы в освещении истории регионов России, интенсивно разрабатывается история этносов в субъектах, входящих в состав России, изучается роль в истории разных социальных групп, их вклада в сохранение и развитие культурных традиций.

Таким образом, глобализация оказала существенное влияние на развитие исторической науки в сфере взаимодействия с другими направлениями научного познания и расширения объектов, методов исследования и источников исследования. В то же время противоречивость этого процесса, его воздействие на национальные, этнические компоненты культуры привели к такой положительной тенденции, как возрастание интереса к краеведению, превращению его в необходимое средство сохранения национальной идентичности и проведению качественной региональной политики.

#### *Библиографический список*

1. Человек и природа: экологическая история / Под общ. ред. Д. Александрова, Ф.-Й. Брюггемайера, Ю. Лайус. – СПб. : Алетейя, 2008. – С. 9.

2. Конрад С. Что такое глобальная история? / Пер. с англ. А. Степанова. – М. : Новое литературное обозрение, 2018. – С. 8–9.

3. Историко-культурное краеведение: вчера, сегодня, завтра: матер. Первой науч.-практ. регион. конф. – Курск : КГПУ, 1999. – С. 4–52.

УДК 796.011.1

М. Н. Могунова  
(M. N. Mogunova)  
ВГЛТУ, Воронеж  
(VGLTU, Voronezh)

Н. П. Деркачева  
(N. P. Derkacheva)  
ВГЛТУ имени Г.Ф. Морозова, Воронеж  
(VSFU named after G.F. Morozov, Voronezh)

# **КОЭФФИЦИЕНТ ПОЛЕЗНОГО ДЕЙСТВИЯ ФОРМ ФИЗИЧЕСКОЙ РЕКРЕАЦИИ В ПЕРИОД ПАНДЕМИИ** (COEFFICIENT OF BENEFICIAL ACTION OF PHYSICAL RECREATION DURING A PANDEMIC)

*Во время пандемии проблема недостаточной физической активности может быть решена известными формами физического отдыха, а также использована для физического развития и укрепления здоровья.*

*During a pandemic, the problem of lack of physical activity may be solved by known forms of physical recreation, as well as used for physical development and health promotion.*

Кроме пищи, воды и воздуха человеку нужны физические нагрузки, иначе его организм будет разрушаться. Ошибаются те, кто рассчитывает обеспечить здоровье покоем, это равносильно тому, что молчанием можно совершенствовать свой голос. Люди разного возраста для укрепления своего здоровья могут использовать доступные им средства физической рекреации. Молодежь больше привлекают спортивные игры, людей среднего возраста – зарядка, походы, лыжные прогулки, плавание. Люди преклонного возраста выполняют легкую утреннюю зарядку или совершают пешие прогулки. Однако в последние годы все большую популярность среди всех видов физической рекреации приобретает длительный медленный бег, эффективность которого на здоровье и работоспособность человека очень велика.

Для того, чтобы добиться оздоровительного эффекта от занятий физическими упражнениями, нужно повысить резервные возможности

организма потреблением кислорода. Медленный и продолжительный бег как раз и способствует увеличению этого жизненно важного резерва, который является физиологической основой общей выносливости и работоспособности [1].

Как показали многочисленные наблюдения и исследования, на первое место ставят бег. С помощью бега трусцой легче добиться такого режима работы сердца, когда частота сердечных сокращений (ЧСС) равна 120–130 ударов в минуту, что труднее во время лыжных прогулок, на занятиях конькобежным и велосипедным спортом, плаванием и др. Бег, как и другие циклические движения, является превосходным упражнением, обеспечивающим надежное укрепление здоровья за счет повышения аэробных возможностей занимающихся.

Оздоровительный бег – одно из тех замечательных средств, которое помогает людям жить без лекарств. Он улучшает самочувствие, снижает ЧСС в покое, экономя энергию сердечной мышцы, улучшает способность организма усваивать кислород и снижает кровяное давление, уменьшает количество холестерина в крови.

Занятия оздоровительным бегом укрепляют иммунную систему организма, так как увеличивают в крови количество белых кровяных телец и лимфоцитов, которые являются главными защитниками организма от инфекции.

Бег является одним из лучших средств борьбы с избыточным весом. Занятия бегом уменьшают риск заболевания раком. Статистика свидетельствует, что 62 % занимающихся оздоровительным бегом, отказались от курения и заметно сократили прием алкогольных напитков.

Особенно велико закаляющее влияние бега в морозную погоду. Один час бега гораздо эффективнее, чем 10–20 секунд «моржевания».

Подтверждением того, что бег является лучшим средством укрепления здоровья служит его популярность среди россиян. В настоящее время просто модно быть здоровым. А решив быть здоровым, соотечественники нашли средство максимально эффективное и дешевое – *jogging* (бег трусцой).

Человек в 30 лет не думает о болезнях и старости. Молодой, полный сил организм легко справляется с большими нагрузками и испытаниями. В это время чудо-организм напрягается, он пока все переносит, и, кажется, что так будет всегда, однако во внутренних органах накапливаются рубцы, которые проявятся в будущем. В 40 лет человек чувствует себя молодым сильным и перспективным, продолжает жить, не заботясь о своем здоровье, забывая о том, что резервы организма хоть и велики, но и им может прийти конец. Он все еще надеется, что проживет долго, что организм все выдержит, и не думает о сохранении здоровья [2, 3].

Но у людей, не имеющих постоянной физической нагрузки, сердце работает на пониженном режиме и все слабее перекачивает кровь. Кровеносные сосуды сужаются и постепенно теряют эластичность, дыхание становится поверхностным, а легочная ткань теряет способность сокращаться. Человек не сразу замечает признаки ухудшения здоровья, старения организма. Но однажды быстро, поднявшись на 4-й, 5-й этаж или пробежав за автобусом 80–100 метров, он долго не может отдышаться и вообще прийти в себя. Это многих заставляет задуматься. И если до сих пор он активно не занимался физическими упражнениями, теперь решительно хочет изменить образ жизни.

Примеры можно приводить еще и еще, и все они свидетельствуют об огромной пользе оздоровительного бега. Только надо уметь перебороть себя – начать, и мы уверены, что большинство из вас не остановится и будет продолжать заниматься бегом, когда почувствует, что возвращается молодость, энергия и жизнерадостность.

Итак, вы убедили себя в том, что бегать просто необходимо. После посещения своего лечащего врача или физкультурного диспансера, где вас заверили, что бег не повредит вашему здоровью, можно приступить к тренировкам.

Для того чтобы получить радость, а главное ощутить пользу от бега, следует относиться к этому занятию очень серьезно и заниматься оздоровительным бегом не от случая к случаю, а регулярно.

Основные причины, которые сдерживают поток желающих заниматься физической культурой вообще и оздоровительным бегом, это недостаток свободного времени, отдаленность спортивных баз от места жительства, некоторые психологические моменты. Но если вы серьезно решили укрепить свое здоровье, начинать заниматься оздоровительным бегом надо немедленно. Помните, что занятия можно начинать в любом возрасте, в любое время, в любом месте, если даже нет поблизости стадиона, «Клуба любителей бега» или тренера-инструктора. Единственное обязательное условие – медицинский контроль. Если врач сказал, что вы здоровы, начинайте – очень скоро это принесет ощутимую пользу. И те 30–60 мин в сутки, которые вы затратите на занятия бегом, не пройдут даром [4].

Начать занятия оздоровительным бегом можно с чередования ходьбы и бега. Например, 50 м бега + 150 м ходьбы, 100 м ходьбы, 150 м бега + 50 м ходьбы. Общий объем бега и ходьбы на одном занятии должен составлять 1500–3000 м. Здоровым и молодым людям можно начать с 1,5–2,0 км непрерывного бега. Вначале занятия можно строить по следующей программе: 3 мин ходьбы, 3 мин бега, отдых–2 мин, выполнить 2–4 раза. Постепенно нужно сокращать время отдыха, время на ходьбу, а увеличивать время на бег, пока не сможете пробежать 1500–2000 м без отдыха.

При занятиях оздоровительным бегом очень опасно форсировать величину нагрузки. В любом возрасте вред может принести не длительный медленный бег, показателем которого является глубокое и ровное дыхание, а слишком быстрый бег, когда бегун вынужден дышать часто и неглубоко. Поэтому не следует забывать, что вы занимаетесь не спортивным, а оздоровительным бегом и темп его следует постоянно контролировать.

На начальном этапе тренироваться лучше через день и бегать 3 раза в неделю. Когда вы научитесь свободно пробежать 3 км без остановки, можно постепенно довести длительность пробежки до 30 мин. Не спешите увеличивать нагрузку, так как это может привести к серьёзным травмам мышц и сухожилий. Поэтому следует учитывать индивидуальные особенности организма. Одни могут пробежать за 1–2 года уже полтора – два часа, а другим на это понадобится 6–8 лет.

Обычно во время медленного бега расходуется от 600 до 800 ккал в час (1 ккал на 1 кг веса на 1 км пути). Учёные считают, что для обеспечения стабильного здоровья и активного долголетия человек должен посредством физических упражнений регулярно расходовать от 2000 до 3000 ккал в неделю. Следует помнить, что бег продолжительностью до 40 мин. способствует поддержанию здоровья, а бег свыше 45 мин. даёт развивающий эффект [5].

Оптимальные результаты в процессе занятий возможны только как итог многолетних круглогодичных тренировок и строжайшего соблюдения режима, правильного сочетания занятий с отдыхом, как своеобразная компенсация за настойчивость и силу воли, проявляемые в борьбе с самим собой.

### *Библиографический список*

1. Физическая культура студента: учебник / Под ред .В. И. Ильинича. – М. : Гардарики, 2003. – 448 с.
2. Деркачева Н. П. Основные тенденции развития физической культуры и спорта на современном этапе: сб. «Современные проблемы гуманитарных и общественных наук. – 2017. – № 2. – С. 49–52.
3. Деркачева Н. П. Улучшение физического состояния и поддержание здорового образа жизни: сб. мат. LIV Отчётной конф. препод. и науч. сотр. ВГУИТ за 2015 г.– 2016. – С. 10.
4. Могунова М. Н., Сушкова А. В. Анализ понятия «здоровый образ жизни» как социально-педагогической категории] // Здоровый образ жизни и охрана здоровья : сб. науч. ст. II Всерос. науч.-практ. конф. с международным участием, Сургут, 30 марта 2018 года / Под общ. ред. М. А. Поповой. – Сургут : СГПУ, 2018. – С. 128–130.

5. Могунова М. Н., Сикорская Г. М. Использование здоровьесберегающих технологий в процессе обучения студентов // Арктика: инновационные технологии, кадры, туризм : мат. междунар. науч.-практ. конф., 19–21 ноября 2018 г. / Под общ. ред. В. И. Прядкина. – Воронеж : ВГЛТУ, 2018. –С. 469–473.

УДК 130.2

О. Н. Новикова  
O. N. Novikova  
УГЛТУ, Екатеринбург  
(USFEU, Yekaterinburg)

**ВЗГЛЯД НА ДИСТАНЦИОННОЕ ОБУЧЕНИЕ:  
АНТРОПОЛОГИЧЕСКИЙ И СОЦИОКУЛЬТУРНЫЙ АСПЕКТЫ**  
(VIEW ON DISTANCE LEARNING: ANTHROPOLOGICAL  
AND SOCIO-CULTURAL APPROACHES)

*В работе проанализированы некоторые антропологические и социокультурные изменения, произошедшие вследствие перехода на дистанционное обучение. С учетом опытной учебно-образовательной деятельности актуализированы некоторые достоинства и проблемные зоны дистанционной формы обучения.*

*The paper describes some anthropological and socio-cultural changes that occurred as a result of the transition to distance learning. Taking into account the experience of educational activities, some advantages and problem areas of distance learning are analyzed.*

В условиях глобальной пандемии, вызванной вирусом COVID-19, осуществляется трансформация образовательных технологий, адаптирующихся к режиму полной или частичной изоляции общества. Учитывая, что современная социокультурная реальность сформировала новый тип культурной идентичности человека – Homo mobiludens, для которого виртуальная реальность становится упрощенной формой реальной жизни, а технические и технологические возможности создают эффект присутствия [3], все надежды в образовательном секторе связаны с дистанционным обучением, формат которого фиксируется как современная пайдейя. В рамках данной работы проанализируются достоинства и проблемные зоны дистанционного обучения с точки зрения антропологического и социокультурного подходов.

Современная научно-педагогическая литература под дистанционным обучением фиксирует организацию образовательной деятельности с при-

менением дистанционных образовательных технологий, реализуемых в информационно-телекоммуникационной инфраструктуре, при синхронном или асинхронном взаимодействии обучающихся и педагогических работников [1, 2, 4]. Безусловно, самой сильной стороной любых дистанционных взаимодействий является безграничность территориальных и временных сред, позволяющих обеспечить учебно-методическими материалами обучающихся, находящихся в любой локации мира, при условии доступности интернета и девайса. Гибкий индивидуальный характер обучения (самостоятельный выбор темпов учебной деятельности, стандартного или расширенного формата знания, интенсивности и продолжительности учебного занятия) обоснован индивидуальной направленностью обучающегося, которому легче работать самостоятельно, нежели в команде, привычнее контактировать с людьми в сети, чем в реальности. С одной стороны, являясь представителями современного цифрового поколения, чья социализация осуществляется в мире компьютеров, мобильных телефонов, виртуальных игр и других гаджетов, обучающиеся эмоционально и интеллектуально адаптивны и технологически подготовлены к электронно-образовательным средам. Но, с другой стороны, практика свидетельствует, что достаточно большой процент обучающихся периодически технически и технологически не справляются с элементарными действиями на учебно-образовательной платформе (не могут войти в электронную информационно-образовательную систему, самостоятельно найти учебно-методическую информацию, предъявленную в виде файла, презентации, переводной ссылки и т.д.), проявляя низкую цифровую грамотность, что усложняет восприятие учебно-образовательного материала. Данные следствия связаны с тем, что обучающиеся с детства интегрированные в цифровую среду, воспринимают ее эмоционально как развлекательные аккаунты, не требующие интеллектуального и эмоционального напряжения. Получая все типы и виды необходимого знания из интернета, современник, познавая мир посредством Алисы, Siri или другого голосового помощника, перенаправляющего вместо библиотеки в Яндекс, Google, Tiktok или YouTube, сформировали мышление, нацеленное на формат предъявления учебно-методических материалов в виде видеоконференций, презентаций, схем, таблиц и графиков как наиболее приемлемый, нежели не оцифрованный текст.

Сегодня обучающимся трудно сконцентрироваться на чем-то конкретном, так как оцифрованная культура постоянно обновляется, сменяясь поливариативной новостной информацией, что формирует недоверие к одной констатации освещаемой проблемы. Особенно это касается гуманитарного знания, которое, играя с человеком, позволяет самостоятельно вычленив проблему и способ ее решения, подстраиваясь под его интеллектуальный и ценностно-нравственный потенциал. Способность

к многозадачности ученика (одновременно уделять достаточно внимание нескольким задачам) вычленила еще одну проблему – концентрация внимания. Многочисленные психолого-педагогические исследования свидетельствуют, что в среднем обучающийся способен активизировать свое внимание только на восемь секунд, обладая клиповым мышлением и являясь носителем СДГВ (синдром дефицита внимания и гиперактивности), что регламентирует педагогу организовывать короткие учебные модули, представленные в виде структурно-логических схем, графиком, изображений, в сжатой графической форме, представляющих большой объем информации. Данные антропологические изменения и потребовали изменить формат образовательных технологий, адаптировав их к человеческому ресурсу [3].

Основные недостатки дистанционного образования проявляются в низкой самоорганизации и мотивации к самообразованию обучающихся, необходимости в проявлении жесткой самодисциплины, способности самостоятельно вычленить и проработать теоретический и практический материал без непосредственной обратной связи с преподавателем, чья роль и функционал также подверглись корректировке. Современный педагог не только должен скорректировать образовательный курс в рамках сетевых ресурсов и мультимедийных технологий (что также требует дополнительной расширенной технической и технологической компетенции), но и организовать режим консультирования обучающегося в реальном и отложенном времени. Роль преподавателя из «дающего, проверяющего и контролирующего» [2] трансформируется, налагая взаимовыгодное партнерство между обучающимся и педагогом. Ведь если в традиционном образовательном процессе обучающийся получал готовую незыблемую истину, то в дистанционной форме обучения задачей педагога становится организация образовательной траектории обучающегося, его нацеливание на самостоятельный поиск выбора средств, систематизации и презентации нового знания.

Современный педагог совмещает в себе функциональность консультанта-тьютера, создателя, модератора и куратора, предметного методиста сетевого ресурса. И здесь возникает противоречие. Преподаватель, являясь представителем другого поколения, не мыслит диджитально, сформировав свои навыки и профессиональные привычки в иной познавательной форме. Перестройка собственных профессиональных и методических навыков с учетом психолого-педагогических особенностей современных обучающихся заставляет переосмыслить дидактические и методические приемы к организации учебно-образовательной деятельности, особенно в формате дистанционного обучения.

Так, чередование активного диалогового взаимодействия с кратковременными монологическими вкраплениями (не больше 4 минут) при орга-



низации занятий лекционного типа способствует более активному привлечению внимания к новому материалу, активизируя нестандартными вопросами и постановками проблемы самостоятельный поиск ответов по изучаемым темам. Структурирование образовательных задач на сегменты увеличивает вовлеченность обучающихся, особенно с применением инфографики. Мем для современника становится не просто смешной картинкой в интернете, а получает статус хранителя знания, единицы передачи культурного текста, способного к репликации, имитации, научению. Допуская личную трактовку и собственное осмысление к традиционным феноменам, идеям, предметному миру, он, моделируя новое содержание, проявляет его как интеллектуальный продукт коллективного творчества, активизирующего самосознание, привнося элемент новаторства в устойчивые символические формы познания.

Обратная мобильная связь между обучающимся и преподавателем (организованные чаты, групповые сообщества, видеоконференции, сообщения, форума, вебинары и т. д.) поддерживает и мотивирует интерес к предмету при разработанной модели оценок и очков за выполненные задания, проекты, а аргументированная критика с детальным планом исправления недочетов становится дополнительным побуждением к освоению дисциплины. Ведь целью современного информационного образовательного пространства становится возможность самостоятельно исследовать и познавать то, что необходимо в профессиональной деятельности и личной жизни.

### *Библиографический список*

1. Блоховцова Г. Г., Маликова Т. Л., Симоненко А. А. Перспективы развития дистанционного обучения // Новая наука: Стратегии и векторы развития. – 2016. – №118-3. – С. 89–92.
2. Марус Ю. В. Изменение роли преподавателя вуза в современных условиях // Электронный научно-методический журнал Омского ГАУ. – 2017 – №2 (9) апрель – июнь. – URL: <http://ejournal.omgau.ru/images/issues/2017/2/00348.pdf>. - ISSN 2413-4066 (дата обращения: 10.11.2020).
3. Новикова О. Н., Беляева Л. А. Человек, играющий в эпоху постмодерна // Идеи и идеалы. – 2018. – № 3 (37). – Т. 2. – С. 82-95.
4. Семенихина Ю. В., Галкин В. Г., Харламова Ю. Н., Кострыкина С. Э. Секреты успеха дистанционного обучения / Педагогика и психология: перспективы развития: сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. – 2020. – С. 23-26.

УДК 947.084.2

Д. Ю. Пухов  
(D. U. Pukhov)  
УГЛТУ, Екатеринбург  
(USFEU, Yekaterinburg)

**СОЗДАНИЕ «НОВОГО ЛЕСНОГО ОБЩЕСТВА»  
В ЕКАТЕРИНБУРГЕ В ПЕРИОД ВТОРОЙ РУССКОЙ РЕВОЛЮЦИИ  
(ESTABLISHMENT OF THE «NEW FOREST SOCIETY»  
IN YEKATERINBURG DURING THE PERIOD OF THE SECOND RUS-  
SIAN REVOLUTION)**

*В докладе рассматривается процесс создания, цели, задачи и организационная структура «Нового лесного общества», возникшего в Екатеринбурге весной 1917 г.*

*The article examines the process of creation, goals, objectives and organizational structure of the «New Forest Society», which was founded in Yekaterinburg in the spring of 1917.*

Возникновение и функционирование общественных организаций работников лесного хозяйства является одним из аспектов развития этой профессиональной корпорации, в определенной степени – показателем творческой и организационной активности интеллигенции, связанной с лесным сектором экономики. Несмотря на активные исследования научно-практического наследия уральских лесоводов, процессов становления организационных структур лесного хозяйства и лесного образования на Урале в дореволюционный период [1–5], истории региональных профессиональных объединений лесных специалистов пока не уделяется достаточного внимания.

Попытки создания организации уральских лесоводов предпринимались и до возникновения «Нового лесного общества». Известно, что в начале XX в. работало лесное общество в Перми, однако просуществовало оно не долго. В 1916 г. идея возрождения организации была высказана во вновь созданном екатеринбургском журнале «Лес и его разработка».<sup>1</sup> Выпуск профильного регионального журнала стал одним из этапов формирования общественной организации уральских лесоводов. Весной 1917 г. один из авторов «Леса» так описывал этот процесс: «Обычно сначала возникает Общество, которое потом уже обзаводится собственным органом. Здесь же произошло наоборот: сначала возник журнал, потом возникло Общество, и для организации Нового лесного общества объединился уже не тот состав лесоводов, который был при организации издательства».<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Лес и его разработка. 1916. № 2. С. 1.

<sup>2</sup> Лес. 1917. № 3 – 4. С. 12.

На обложке сохранившегося шестого номера журнала «Лес» за 1917 г. указано, что он является изданием «Нового лесного общества».

В февральском выпуске этого екатеринбургского издания за 1917 г. был опубликован проект устава «Нового лесного общества», а 5 марта прошло первое официальное заседание его учредителей. По свидетельству одного из авторов «Леса», на заседании присутствовала немногочисленная группа «лесных деятелей, проживающих в г. Екатеринбург». Были приняты решения о созыве учредительного собрания общества, подготовке для обсуждения его участниками устава и докладов об организации «Бюро лесного труда», собственном издательстве и взаимопомощи работников лесного сектора. Помимо этого был создан организационный комитет из четырех человек. Окончательное редактирование текста устава было поручено специальной комиссии.<sup>3</sup>

Учредители общества предполагали возможность участия в нем представителей широкого спектра социальных слоев, имеющих отношение к лесному хозяйству, и других лиц, заинтересованных состоянием российских лесов. Автор одной из статей журнала «Лес» писал о задачах организаторов общества: «Кликнем клич, и может быть отзовутся на него многие лесные деятели, лесники и даже лесные рабочие. Быть может, маленькие загнанные, забытые лесные труженики долго молчавшие и сторонившиеся от генералов и офицеров русского лесоводства, быть может просто люди со стороны, согретые любовью к родине, к ее лесам и водам, примут участие в работе и помогут нам наладить неотложное дело объединения, мобилизации всех лесных деятелей от высшего до низшего на основах самодеятельности и взаимопомощи...».<sup>4</sup>

В публикациях журнала «Лес» проявлялось достаточно критическое отношение создателей «Нового лесного общества» к состоянию уральских лесов и организации регионального лесного хозяйства. «О печальном положении лесов Урала и Сибири так много писалось и еще придется так много говорить и писать, что пока можно ограничиться общим указанием на неустроенность многих дач, т.е. на отсутствие для них строго выработанного плана хозяйства, на захламленность лесов остатками от заготовок, что вызывает обширные лесные пожары, на отсутствие заботы о возобновлении вырубленных пространств путем искусственного разведения леса, на неправильное использование лесных материалов и поразительную техническую отсталость», — отмечалось в одной из статей екатеринбургского издания.<sup>5</sup>

---

<sup>3</sup> Лес. 1917. № 3 – 4. С. 11.

<sup>4</sup> Лес. 1917. № 3 – 4. С. 15.

<sup>5</sup> Лес. 1917. № 3 – 4. С. 14 – 15.

Учредительное собрание общества состоялось 16 апреля 1917 г. в Екатеринбурге в помещении Уральского общества любителей естествознания.<sup>6</sup> В протоколе собрания учредителей указаны фамилии девятнадцати членов общества, принимавших участие в заседании. Отмечен факт присутствия помимо учредителей «до 20 человек гостей». Председателем был избран И.В. Кучин, товарищем председателя – В. Ф. Овсянников.<sup>7</sup> На собрании был принят устав, избраны члены временного совета общества и комиссии по организации издательства. Обсуждался вопрос о национализации лесов и вод, но какого-либо решения по этой проблеме принято не было. В выступлениях участников собрания отмечалось крайне негативное отношение части уральского населения к местной горной и лесной администрации, содержались призывы учитывать это обстоятельство и «деятельность свою ... направить так, чтобы членов «Нового лесного общества» не смешивали с представителями старого режима».<sup>8</sup>

Устав «Нового лесного общества» представлял собой достаточно проработанный документ, в котором подробно описывались цели и задачи, а также структура новой организации.

Цели общества определялись в уставе следующим образом.

1. Изучение в естественно-историческом, экономическом и технико-промышленном отношениях лесов и вод, преимущественно в Уральском крае, т.е. в губерниях Пермской, Вятской, Уфимской и Оренбургской.

2. Изучение эксплуатации и охраны лесов и вод и их фауны.

3. Развитие лесного, торфяного, водного, рыбного и охотничьего хозяйства в государственных, общественных и частных лесах.

4. Культурное объединение представителей лесных профессий на основах самодеятельности и взаимопомощи».<sup>9</sup>

Для реализации заявленных целей устав предусматривал возможность организации широкого круга разноплановых мероприятий и местных учреждений: экспедиций, экскурсий, публичных чтений, лесных библиотек, музеев, собственного периодического журнала, курсов и учебных заведений, публикацию результатов исследований. Предполагалось создание лесных опытных станций, дендрологических садов, питомников, рыбоводных станций и хозяйств, «лесо-торфо-гидро-технического бюро», складов семян лесных культур, машин и орудий, проведение съездов и вставок, «характеризующих леса, лесные промыслы, лесную промышленность и другие отрасли хозяйства в лесах». Организаторы общества планировали осуществлять консультирование интересующихся «местными лесами, водами и лесным делом», осуществлять посредничество в снабжении

<sup>6</sup> Лес. 1917. № 2. С. 7; № 3 – 4. С. 16.

<sup>7</sup> Лес. 1917. № 3 – 4. С. 16.

<sup>8</sup> Лес. 1917. № 3 – 4. С. 18 – 20.

<sup>9</sup> Лес. 1917. № 3 – 4. С. 33.

лесовладельцев и садоводов необходимыми материалами, орудиями и машинами. Один из пунктов устава указывал на необходимость популяризации знаний «о русских лесах, водах и их значении» среди школьников путем издания брошюр, организации чтений, экскурсий, праздников древонасаждения и других мероприятий. Общество отмечало важность работы по охране «памятников лесной природы». Предполагалось поощрение «трудов и заслуг на лесном поприще» присуждением почетных отзывов и наград. В качестве источников финансирования общества указывались членские взносы и доходы от создаваемых им учреждений.<sup>10</sup>

Достаточно подробно в уставе были зафиксированы организационные аспекты функционирования общества. Возможность вступления в создаваемое объединение не ограничивалась принадлежностью к профессиональной лесной корпорации. Указывалось, что членами общества могут стать «все совершеннолетние граждане, без различия пола, за исключением подвергшихся ограничению по суду». При этом предусматривалось разделение членов организации на почетных и действительных, предполагалась возможность коллективного членства. В почетные члены должны были избираться «лица, приобретшие известность познаниями и заслугами на поприще лесного и водного хозяйства, лесной промышленности и изучения лесов, а равно оказавшие Обществу особую пользу». Почетные члены пользовались всеми правами действительных членов, но освобождались от уплаты членских взносов и исполнения каких-либо должностных обязанностей. Прием в общество осуществлялся путем голосования.<sup>11</sup>

Управление деятельностью «Нового лесного общества» должен был осуществлять совет, работающий в Екатеринбурге и избираемый из числа почетных и действительных членов. В состав совета входили председатель, два товарища председателя, секретарь, казначей и члены совета, количество которых определялось «самим Обществом». Совет должен был представлять общество в отношениях с другими организациями и учреждениями, обеспечивать выполнение решений собраний общества, ведать финансами и хозяйственной деятельностью организации.<sup>12</sup>

Устав предусматривал создание «отделов» общества, которые представляли собой его местные организации. Отделы должны были создаваться по заявлениям не менее десяти человек, желающих стать членами общества. Руководство этими подразделениями предполагалось передать советам отделов, которым предписывалось ежегодно представлять отчеты совету общества, регулярно осведомлять его о своей работе. Председатели

<sup>10</sup> Лес. 1917. № 3 – 4. С. 33 – 34.

<sup>11</sup> Лес. 1917. № 3 – 4. С. 34.

<sup>12</sup> Лес. 1917. № 3 – 4. С. 35 – 36.

отделов могли допускаться в совет общества с правом совещательного голоса<sup>13</sup>.

В июне 1917 г. совет «Нового лесного общества» выступил с инициативой созыва в Екатеринбурге лесного съезда, на котором предполагалось обсудить широкий круг проблем лесного хозяйства, обсуждались вопросы национализации лесов и вод, формы лесовладения в Урало-Сибирском регионе, «рабочий вопрос», перспективы децентрализации и введения коллегиальности лесного управления, роль профсоюзов и общественных организаций в процессе обновления административных учреждений, совершенствование технологий лесного сектора<sup>14</sup>.

Деятельность «Нового лесного общества», по всей видимости, была непродолжительной. Смена власти в октябре 1917 г. и гражданская война привели к сворачиванию активности структур гражданского общества, в том числе и в лесохозяйственной сфере. Тем не менее исследование опыта их формирования и деятельности, круга вопросов, находившихся в центре их внимания, могут иметь как научно-историческое, так и прикладное значение.

### *Библиографический список*

1. Пухов Д. Ю. Лесной комплекс Урала второй половины XIX – начала XX вв. в освещении постсоветской историографии // Российская повседневность: история, современное состояние и перспективы развития. Вторая научная конференция. – Екатеринбург : УГЛТУ, 2014. – С. 13 – 21.
2. Чернов Н. Н., Смолоногов Н. П., Нагимов З. Я. История лесостроительства на Урале. – Екатеринбург : УГЛТУ, 2006. – 470 с.
3. Чернов Н. Н., Нагимов З. Я., Коростелев А. С. Лесоводственное образование на Урале. – Екатеринбург : УГЛТУ, 2008. – 156 с.
4. Шибаев В. В. История уральского горно-лесного ведомства в XVIII – середине XIX в. в советской историографии // Известия Уральского государственного университета. Серия 2: «Гуманитарные науки». – 2006. – Т. 47. – № 12. – С. 291–296.
5. Шибаев В.В. Постсоветская историография организации лесного хозяйства уральских горных заводов в XVIII – первой половине XIX в. // Документ. Архив. История. Современность. – 2016. – № 16. – С. 168–172.

---

<sup>13</sup> Лес. 1917. № 3 – 4. С. 38.

<sup>14</sup> Лес. 1917. № 6. С. 1.

УДК 378.147

А. Г. Семеновых, А. В. Нефедов  
(A. G. Semenovych, A. V. Nefedov)  
УГЛТУ, Екатеринбург  
(USFEU, Yekaterinburg)

**ОПЫТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПЛАТФОРМЫ MOODLE  
ДЛЯ ПРЕПОДАВАНИЯ КУРСА ФИЗИКИ В УГЛТУ  
(EXPERIENCE OF USING MOODLE FOR TEACHING  
PHYSICS IN USFEU)**

*В условиях пандемии получение полноценного образования переходит в область гуманитарных проблем. Специалист, получающий техническое образование, должен иметь подготовку, способствующую пониманию сути природных процессов. Данная компетенция закладывается при освоении курса «Общая физика». В работе рассмотрен вопрос использования платформы Moodle при дистанционной работе со студентами Уральского государственного лесотехнического университета.*

*In the context of a pandemic situation, getting a comprehensive education becomes a humanitarian problem. A specialist receiving a technical education should have training that promotes an understanding of the essence of natural processes. Such competence is formed while studying the course of General Physics. The article describes the issue of using Moodle for remote work with students of the Ural State Forest Engineering University.*

Вопрос о вызовах развитию образования популярен во все времена. В последние годы мы все чаще слышим о необходимости цифровизации образования. Более того, на федеральном портале проектов нормативных правовых актов опубликован документ, согласно которому предлагается «Провести с 1 сентября 2020 г. по 31 декабря 2022 г. эксперимент по внедрению целевой модели цифровой образовательной среды в сфере общего образования, среднего профессионального образования и соответствующего дополнительного профессионального образования, профессионального обучения, дополнительного образования детей и взрослых».

Свои коррективы в образовательный процесс вносит и эпидемиологическая обстановка в мире. В условиях пандемии необходимо совершенствовать устоявшиеся способы обучения студентов и иметь возможность в случае необходимости, переводить процесс обучения и проверки знаний в дистанционный режим.

В статье приведено краткое описание основных принципов создания курса «Общая физика» при дистанционной работе со студентами первых и вторых курсов Уральского государственного лесотехнического универси-

тета (УГЛТУ), дополняющего (и вынужденно дублирующего) традиционное изложение.

Необходимо отметить, что качественное освоение курса физики является необходимым условием получения высококвалифицированного специалиста любой сферы лесного комплекса. Так, согласно тарифно-квалификационной характеристике, на должность лесничего принимаются соискатели, имеющие высшее лесохозяйственное образование и стаж работы на инженерно-технических должностях в лесном хозяйстве не менее трех лет. Очевидно, что знания, полученные при освоении курса физики, необходимы инспекторам охраны леса, инженерам и проектировщикам ландшафта и другим работникам лесной отрасли.

Несомненным подспорьем в работе преподавателей стало повышение квалификации, своевременно организованное нашим университетом, по вопросам создания электронных курсов и особенностям дистанционной работы преподавателей и студентов. Один из важных акцентов состоит в учете основных психологических типов студентов, указывающем на целесообразность подключения различных форматов информационного поля. Например, в курсе должны присутствовать аудиофайлы для аудиалов, текстовые задания и видеофайлы для визуалов и дигиталов, а также задания с практическим применением для кинестетиков [1]. Размещение электронных ресурсов в УГЛТУ ориентировано на использование платформы Moodle, имеющей достаточно широкие функциональные возможности.

Разработка курса началась с создания базы лекционных занятий. На первом этапе в режиме острого дефицита времени, когда студенты и преподаватели были одномоментно отправлены на карантин, студентам были выставлены текстовые файлы с лекциями. Проверка усвоения теоретического материала проводилась во время проведения практических занятий, где студентам предлагалось ответить письменно на вопросы в виде эссе и пройти небольшой тест по теории.

Однако в Moodle «Лекция» — это не просто текст с теорией, а полноценный учебный материал с теоретической и практической частью. Теорию можно передавать в виде текста с иллюстрациями и даже вставлять видео, а с помощью теста — проверять, насколько студент усвоил прочитанный материал [2]. При разработке лекций учитывалось, что информацию мозг усваивает порциями, и при работе с теоретическим материалом необходимо периодически менять вид деятельности, а после любое занятие имеет так называемые прайм-таймы и даун-таймы.

Причем лучше всего новая информация усваивается в прайм-тайм. Доказано, что временные промежутки наилучшего осваивания знаний приходятся на начало и на конец занятия и составляют примерно 35–40 % от общего времени занятия. В даун-тайм мозг практически не усваивает новую информацию, поэтому в такой интервал времени следует сменить



вид деятельности и предложить студентам ответить на контрольные вопросы, обсудить пройденный материал или обменяться мнениями [3].

Таким образом, при работе с лекциями по курсу «Общая физика» студентам предлагают изучать новый теоретический материал блоками по 5–7 минут, после каждого такого блока им следует ответить на вопросы по только что пройденному материалу. Если все ответы верные, студенту предлагается следующая порция информации, но если ответ на какой-то вопрос неверен, система отправляет студента в тот раздел лекции, где дана информация по вопросу, на который дан неверный ответ. Таким образом, завершенной считается лекция только при условии, что студент правильно ответил на все представленные в лекции вопросы.

Необходимо отметить еще одно важное преимущество платформы Moodle. Данная система позволяет отслеживать активность студентов при освоении того или иного материала. Так, в случае работы с лекциями преподаватель видит время входа в систему, время работы в системе, количество попыток ответить на контрольные вопросы и полученный результат. Эти данные позволяют определить наиболее сложные для усвоения разделы и провести корректировку выставленной информации. Например, изменить подачу информации, вставить ссылки на дополнительную литературу и т.д. С другой стороны, полученные данные об активности студентов унифицируют и значительно облегчают процесс выставления итоговых оценок.

Следующий вид занятий, который необходимо реализовать в электронном курсе, – практические занятия. При разработке этого вида занятий преподаватели кафедры опирались на те же принципы усвоения материала. Студентам предлагают ознакомиться со способами решения задач по теме и затем пройти тест, включающий как теоретические, так и практические задания. Необходимо отметить, что время прохождения теста и количество попыток неограниченно. На этапе освоения практического материала студент видит свой результат. Ему дается статистика по пройденному тесту, т. е. слушатель видит, где дал верный, неверный или частично верный ответ. Для повышения интереса к освоению курса практические занятия даны в различных форматах. На все практические занятия представлены текстовые файлы с подробным решением задач. Причем при проработке материала студент должен переносить весь материал в тетрадь для практических работ. На наиболее сложные для восприятия темы, например, интерференция или специальная теория относительности, приводятся ссылки на доступные видеоматериалы.

Наиболее интересный для студентов вид занятий – лабораторный практикум, также реализован преподавателями кафедры Общей физики на платформе Moodle. Для выполнения лабораторных работ студентам необходимо скачать бесплатную программу и с ее помощью получить доступ к

выполнению работ на демостенде. Прежде чем приступить к выполнению работы, слушатель курса знакомится с методическими рекомендациями, выставленными в курсе в разделе Лабораторные работы, затем проходит тест по теоретическому материалу и только после успешного прохождения теста получает доступ к демостенду. Проводя виртуальную работу, студент записывает результаты в таблицы и проводит необходимые вычисления. Затем пишет вывод к работе и прикрепляет отчет в соответствующее поле. Преподаватель проверяет отчет и вручную выставляет заработанные студентом баллы. Таким образом, итоговая оценка за лабораторную работу складывается из двух частей – оценка за тест и за отчет. Первая вносится в систему автоматически, вторую ставит преподаватель после проверки отчета.

Во время обучения очень важен вопрос общения и обмена мнениями участников процесса. Для этого в системе Moodle предусмотрены такие элементы, как форум и чат. С помощью форума студенты могут задавать и отвечать на вопросы других студентов, что позволяет вести дискуссии в процессе изучения курса. Однако более удобным оказалось общение в чате. Использование данного ресурса позволяет проводить обсуждения в режиме реального времени. Преподаватели кафедры используют чаты для проведения онлайн-консультаций.

Вопрос об итоговой аттестации студентов является прерогативой преподавателя. Можно проводить аттестацию по текущим оценкам слушателя, учитывая активность студента, количество попыток и другие факторы, такая форма аттестации особенно актуальна при выставлении зачета. Можно составлять тесты по темам, изученным в течение семестра. Отличием такой аттестации от текущей является ограничение студентов по времени прохождения теста, по количеству попыток (не более трех) и информации, получаемой слушателем после попытки. Студент не должен видеть, какие задания он выполнил правильно, а какие нет. Также можно не показывать слушателю и количество набранных баллов. Некоторые преподаватели предпочитают визуализировать общение со студентами, но для этой формы аттестации необходимо выбирать другие платформы.

Отметим, что и приемная комиссия этого года проводилась с использованием платформы Moodle. Преподавателям кафедры Общая физика пришлось адаптировать билеты вступительных испытаний к новому формату. Абитуриентам предлагали выполнить двухуровневое задание. Первый уровень – тест из 15 заданий, включающих как вопросы с выбором одного или нескольких правильных ответов, так и небольшие задачи с числовыми ответами. Второй уровень – пять задач, которые необходимо было решить и представить на проверку файлы с подробным решением.

В заключение хотелось бы отметить, что платформа Moodle является достаточно перспективной с точки зрения разработки электронных курсов

для дистанционной работы. Очевидно, что оптимальными являются смешанные виды обучения, совмещающие онлайн- и офлайн-технологии, а также возможность получения очных консультаций. Важным фактором, влияющим на глубину освоения предложенных знаний, является количество часов, выделяемых на курс «Общая физика» в учебных программах. На сегодняшний день этот показатель все время уменьшается, что негативно сказывается на уровне подготовки студентов.

### *Библиографический список*

1. Денишова Д. А. Репрезентативная система, каналы восприятия и синестезия в рамках вопроса о восприятии человека // Гуманитарный научный вестник. – 2017. – № 5. – С. 8–16.
2. Экспресс-курс MOODLE для преподавателей. – URL: <http://uio.csu.ru/static/moodle/index.html> (дата обращения: 15. 10. 2020).
3. Бочаров Б.В. Некоторые вопросы педагогического мастерства и методики чтения лекции : учеб.-метод. пособие. – Новогорск : АГЗ МЧС РФ, 2006. – 34 с.

УДК 378

Е. С. Федоровских  
(E. S. Fedorovskikh)  
УГЛТУ, Екатеринбург  
(USFEU, Yekaterinburg)

## **ОСОБЕННОСТИ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ СТУДЕНТОВ ПЕРВОГО КУРСА УГЛТУ (FEATURES OF DISTANCE LEARNING OF THE FIRST COURSE STUDENTS OF USFEU)**

*Акцентируется внимание на способах получения информации обучающимися высшей школы в дистанционном обучении. Приводится анализ преимуществ и недостатков дистанционного обучения на основе результатов исследования среди студентов первого курса УГЛТУ.*

*The attention is focused on the methods of obtaining information in distance learning by students of higher education. The article provides an analysis of the advantages and disadvantages of distance learning based on the results of research among first-year students of USFEU.*

Последние несколько лет наблюдается стремительный рост применения дистанционного обучения (далее ДО) в высшем образовании. В настоящее время проблема внедрения технологий ДО является одной из важных, ей посвящено большое количество работ современных авторов [1–3 и др.]. Использование таких технологий оказалось наиболее востребованным при обучении студентов во время ситуации с COVID.

Сегодня достаточно перспективным является взаимодействие преподавателя со студентами посредством систем, которые специально созданы для ДО. Организация системы ДО в Уральском государственном лесотехническом университете осуществляется на основе образовательной среды Moodle.

Moodle предлагает широкий спектр возможностей для полноценной поддержки процесса обучения, а также разнообразные способы представления учебного материала, проверки знаний и контроля успеваемости [1].

С целью выявления особенностей ДО среди обучающихся первого курса УГЛТУ в октябре 2020 г. было проведено исследование проблем, возникающих в организации ДО и в использовании дистанционных образовательных технологий. Для достижения цели были поставлены следующие задачи:

- выявление основных проблем, которые возникают у студентов при ДО;
- оценка качества работы преподавателя с точки зрения обучающегося;
- определение предпочтений способов обучения и технологий, применяемых в учебном процессе вуза.

В исследовании, которое проводилось методом анкетирования, приняли участие 48 первокурсников УГЛТУ: из них 41,7 % – из группы СЭЖБ-11, 20,8 % – АТС-11, 37,5 % – ПБТ-11з, при этом 41,7 % составили юноши и 58,3 % – девушки. Это достаточно представительная выборка.

В следующем вопросе анкетирования выяснялись предпочтения в способе обучения дисциплинам, изучаемым на первом курсе [3]. Преобладающее большинство обучающихся (37,5 % от общего количества) выбрало очное обучение, то есть обучение с преподавателем в аудитории, каждый четвертый опрошенный (25 %) поставил на первое место «дистанционное обучение», а для 18,8 % важной составляющей оказалась визуализация процесса обучения. К традиционным средствам обучения, таким как книги, справочные материалы, методические пособия, прибегает лишь 8,3 % опрошенных. Результаты опроса, выявляющего предпочтение первокурсников в способе обучения, приведены в табл. 1.

Несложно заметить, что выбор ДО уступает способу «очное обучение». Возможно, негативные эмоции к ДО были вызваны трудностями, связанными с техническими неполадками, или получением несвоевремен-

ной информации по изучаемой дисциплине? Чтобы понять причину происходящего, студентам был задан вопрос о проблемах, возникающих в организации ДО.

Таблица 1

#### Предпочтения студентов первого курса в способе обучения

Предпочитаемый способ обучения	Человек	%
Очное обучение (с преподавателем в аудитории)	18	37,5
Видеоконференции	9	18,8
В смешанной среде обучения (частичное проведение занятий в аудитории и частичное на основе использования ПК)	5	10,4
Дистанционное обучение	12	25
С помощью традиционных средств (книги, пособия, справочники по математике, сайты по предмету)	4	8,3

Основные проблемы, существующие в организации ДО в УГЛТУ, приведены в табл. 2.

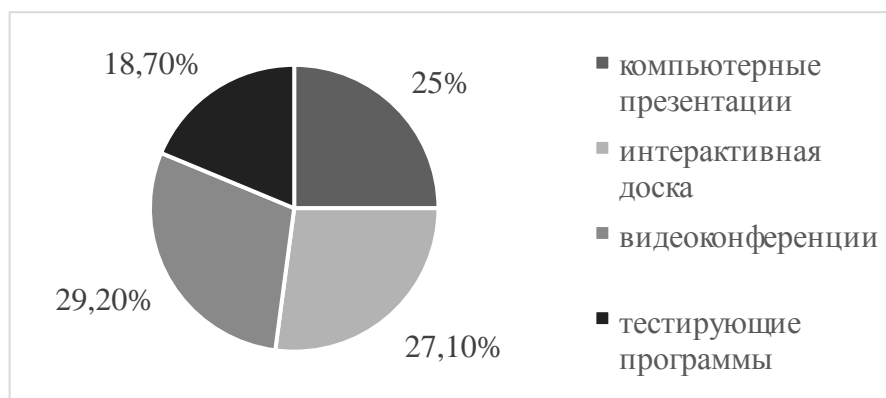
Таблица 2

#### Основные проблемы в организации дистанционного обучения в УГЛТУ

Проблемы	Человек	%
Технические неполадки («зависание», плохой доступ в интернет и др.)	16	33,3
Несвоевременное размещение учебных материалов	8	16,7
Недостаточное обеспечение предмета учебными материалами	8	16,7
Отсутствие обратной связи с преподавателем	11	22,9
Недостаточный контроль получаемых знаний по предмету (тесты, индивидуальные задания, рефераты и др.)	5	10,4

Действительно, многие обучающиеся испытывали трудности, связанные с «зависанием» и выходом в образовательную среду Moodle (33,3 %), отсутствием обратной связи с преподавателем (22,9 %) посредством чата, почты. Ответ «недостаточный контроль знаний по предмету» выбрали 10,4 %. Такой ответ позволяет сделать вывод, что среди студентов есть желающие получать знания и они готовы их подтверждать.

В интересах улучшения качества образования в дистанционной форме студентам задавался следующий вопрос: «Какие дополнительные методы в ДО Вам хотелось бы видеть?». Ответ на соответствующий вопрос представлен на диаграмме (рисунок).



Дополнительные методы ДО

Следует отметить, что обучающимся нравится работать с технологиями, которые обеспечивают визуальное и звуковое сопровождение.

Таким образом, для достижения высокой эффективности в организации ДО необходимо учитывать предпочтения студентов к имеющимся формам обучения, применять различные технологии, совместно преодолевать трудности и выполнять своевременный контроль знаний.

#### *Библиографический список*

1. Кравченко Г. В. Педагогические особенности организации дистанционного обучения в среде Moodle // Известия АлтГУ. – 2015. – №3 (87). – Т. 1. – С. 59–63.
2. Скорикова Н. А. Особенности дистанционного контроля обучения // 90-летний опыт и перспективы подготовки многопрофильных инженерных кадров УГЛТУ. Вклад в глобальную экологию. – Екатеринбург : УГЛТУ, 2020. – С. 56–58.
3. Касаткина Н. Н., Личак Н. А. Использование ИКТ в преподавании иностранного языка в вузе в рамках компетентного подхода // Ярославский педагогический вестник. – 2018. – № 2. – С. 100–107.

УДК: 630.643:504.06

М. Хишам, Д. Чанотей, Н. Ф. Старыгина  
(M. Hisham, D. Canata, N. F. Starygina)  
УГЛТУ, Екатеринбург  
(USFEU, Yekaterinburg)

**АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ЛЕСНОГО  
КЛАСТЕРА ГАНЫ И ЕГИПТА**  
(CURRENT PROBLEMS OF THE FOREST CLUSTER  
IN GHANA AND EGYPT)

*В данной статье анализируются проблемы лесозащиты Ганы и Египта, представляющих существенный интерес не только для западного и северо-восточного африканских регионов, в пределах которых они расположены, но и для мировых европейских держав.*

*This article analyzes ecological problems of forests located in Ghana and Egypt, emphasizing their significance not only for North-Eastern African regions, but also for European powers.*

На сегодняшний день экологический кризис цивилизации реально угрожает гибели просвещенному социуму: прежний экономический эффект, основанный на эксплуатации возобновляемых энергетических источников, «главным образом угля и нефти, и чрезмерном, бесконтрольном потреблении природных ресурсов, себя исчерпал» [1]. Об этом подтверждают факты о повышении и распространении выбросов парниковых газов в атмосферу, климатическая деформация, опустынивание, нехватка водных ресурсов и пр.

Наиболее заметны эти процессы оказываются в западном и северо-восточном африканских районах.

Гана и Египет – достаточно известные страны арабо-мусульманского мира, и то, что происходит на их территории, всегда получает большой резонанс в африканских и арабских странах. Экология водных ресурсов, лесов, пустынь указанных стран имеет особое значение. По сути они являются горячей экономической, политической, климатической темой для государств, расположенных вдоль течения Нила в верхней и нижней его частях (Египет), а также на северном побережье Гвинейского залива (Гана).

Изменения в природе Африканского материка неблагоприятно отражаются на экосистеме всей нашей планеты.

В программе ООН по окружающей среде (УПЕР) дано определение зеленой экономики «как инструмента, который содействует повышению благосостояния людей, достижению социального равенства и значительно снижает неблагоприятное воздействие на окружающую среду, уменьшая риски экологической деградации» [2].

В юго-восточных азиатских и африканских странах, в том числе и Гане, – территориально не самой большой (рисунок), состояние окружающей среды наиболее уязвимо. В связи с этим в целях позиционирования страны на международном уровне применение и использование схемы *зеленой экономики* очень важно и чрезвычайно необходимо.

Лесная экология определяет «научное изучение взаимосвязанных закономерностей, процессов, флоры, фауны и экосистем в лесах»; это процессы, протекающие внутри этой системы, влияние на них внешних факторов окружающей среды. Экологический кризис затронул лесной кластер упомянутых стран и вышеперечисленные особенности в частности [3]. Особенно заметно это проявляется в двух направлениях: в истощении природных ресурсов и в росте загрязнения окружающей среды.

Всемирные научные открытия и разработки в области экологической и природоохранной деятельности в странах Африки не внедряются.



Территориальная дестинация Африки

Нет проектов по снижению выбросов вредных веществ от промышленных производств в окружающую среду. Токсичные отходы не устраниваются в протокольном порядке. Последствия автономного использования природных ископаемых, перенаселения, безработицы, безграмотности отражаются на экологической ситуации в Африке. Дефицит чистой воды – одна из глобальных проблем Африки [3].



Поток туристов вынужден был заставить руководителей этих государств наладить систему водоснабжения. В Египте источником пресной воды стала река Нил. В остальной части Африки от нефильтрованной воды и несоблюдения правил личной гигиены ежегодно погибает 180 тыс. людей.

Актуальная экологическая проблема – вырубка и уничтожение хвойных и широколиственных лесов. Основное количество кислорода выделяется в тропических регионах Африки, которые давно определяются как «легкие планеты». На африканской территории расположено 17 % мировых лесов. Каждый год миллионы гектаров леса (особенно ценных пород) вырубается для изготовления мебели, уничтожаются миллионы деревьев для добычи пальмового масла.

Из-за сокращения вечнозеленых лесов на территории Ганы и Египта уменьшается количество осадков. Растения замедляют изменение климата, поскольку поглощают основную часть углекислого газа с поверхности земли. Уничтожение флоры и фауны на нашей планете угрожает всей экосистеме в целом. Такая экологическая ситуация наблюдается в малых и достаточно крупных городах африканских государств. Вымирание обитателей лесов, населяющих жизненные пространства, – ключевая причина исчезновения биоразнообразия Африки.

Кроме этого, не контролируется добыча ископаемых в запрещенных местах, а это загрязняет воздух. Происходит социальная деградация земли, приводящая к разрушению горных пород и почв водными потоками. Животные и растения из-за сокращения лесных площадей вынуждены мигрировать, часть просто погибает.

Чтобы защитить животных на африканском континенте создаются заповедники и заказники. «С 2000-х годов 4 % территории Африки находится под охраной. На этих землях не ведется промышленная добыча ископаемых и лесохозяйственная деятельность» [3]. Национальные дендрарии сохраняют исторические знаковые локации: заповедные зоны, растительный и животный мир. «Из 601 охраняемой территории 26 принадлежат Всемирному наследию человечества. В этот список занесены такие объекты, как: парк Серенгети; Нгоронгоро; Тассили-Аджер; Таза; Тубкал» [3].

Таким образом, экологические проблемы Ганы и Египта заметно отличаются от других регионов мира, наибольшую тревогу вызывают промышленное загрязнение, кислотные дожди, а также истощение ресурсов пресной воды и истощение озонового слоя.

#### *Библиографический список*

1. Кучеров А. В., Шибилева О. В. Концепция «зеленой» экономики: основные положения и перспективы развития // Молодой ученый. – 2014. – № 4 (63). – С. 561–563.

2. Экологические проблемы: сайт. – URL: <https://musorish.ru/ekologicheskie-problemy-afriki/> (дата обращения: 10.11.2020).

3. Айдаркина Е. Е. Основные проблемы водопользования России и пути их решения // Гуманитарные и социально-экономические науки. – 2012. – № 5. – С. 143–147.

УДК 930

А. В. Чевардин  
(A. V. Chevardin)  
УГЛТУ, Екатеринбург  
(USFEU, Yekaterinburg)

## РОССИЙСКАЯ И ПОЛЬСКАЯ ИСТОРИЧЕСКАЯ ПАМЯТЬ О ВТОРОЙ МИРОВОЙ ВОЙНЕ (RUSSIAN AND POLISH HISTORICAL MEMORY ABOUT THE WORLD WAR II)

*В докладе анализируются сходства и различия российской и польской исторической памяти о Второй мировой войне.*

*The report analyses similarities and differences between Russian and Polish historical memory of the World War II.*

В 2020 г. мы отмечаем важное событие – 75-летие Победы в Великой Отечественной войне, а также окончание Второй мировой войны. Несмотря на пандемию коронавируса, руководство большинства стран мира так или иначе приняли решение отметить этот праздник. Не исключением стала и Россия. 9 мая 2020 г. в Москве состоялся авиапарад и грандиозный салют. 24 июня прошёл военный парад, шествие бессмертного полка и другие торжественные мероприятия [1].

Великая Отечественная война является важным элементом исторической памяти российского народа. Далеко не все праздники, существующие сейчас в нашем государстве, могут объединить всех россиян. К примеру, 1 мая остается важным днем для сторонников левых политических взглядов, а некоторые правые и ультраправые силы предпочитают проводить свои акции в относительно недавно появившийся праздничный день 4 ноября. Таким образом, именно праздник 9 мая де-факто выполняет роль в России дня народного единения.

Каждая российская семья сохранила память о Великой Отечественной войне. В моей семье главными хранителями этой памяти стали бабушка и дедушка, лично пережившие ее в своем детстве. Бабушка Лина Алексеевна Швалева (Иванова) пошла в первый класс в сентябре 1941 г. Через месяц она как дочь коммуниста и ценного специалиста была эвакуирована в

г. Нижний Тагил из г. Сталино (Донецк). Каждый год 9 мая, сидя за праздничным столом, она нам рассказывала о трех месяцах путешествия на Урал через разрушенные железнодорожные станции под прицелом орудий немецких самолетов, о неустроенности быта эвакуированных после приезда на новое место.

В начале войны деду Степану Климентьевичу Швалеву было двенадцать. Сразу после начала вооруженного конфликта вместо школы он пошел на работу: делал валенки для фронта. У деда было два старших брата, которых потеряла семья из-за войны. Брат Иван имел «бронь» – работал в Первоуральске на Новотрубном заводе. Однако он погиб от недоедания и изнурительной работы во время рабочей смены, упал с высоты прямо в цехе. С этим событием связано самое яркое воспоминание, оставшееся в памяти деда: он увидел своего отца, везущего из города в трудпоселок Хомутовка по снегу на санях погибшего брата. Другой брат Семен был призван в армию, пропал без вести где-то под Харьковом.

Старшее поколение поляков также помнит о Второй мировой войне. Только для них она началась на двадцать месяцев раньше, 1 сентября 1939 г. К примеру, профессор Станислав Пасынкевич помнит бомбежки немецких самолетов, приход на Волынь Красной армии, депортацию на Урал в феврале 1940 г., заключение отца в Ивдельлаг, благополучное возвращение на родину с матерью и сестрой в мае 1945 г. [2]. Его жена Ядвига Пасынкевич войну прожила в оккупированной немцами Варшаве. Одно из самых страшных воспоминаний этой женщины, оставшееся в памяти со времен войны, – Варшавское восстание, начавшееся в августе 1944 г. После жестокого его подавления нацисты до основания стали разрушать польскую столицу, семье Ядвиги пришлось бежать в г. Торунь.

Таким образом, на примере двух семейных пар: российской и польской, мы видим, что историческая память русских и польских граждан, в отличие от некоторых политиков, в чем-то совпадает. И в том, и в другом случае война ассоциируется прежде всего с большим испытанием, горем и утратой. Два народа заплатили большую цену в прошедшей войне. Поляки потеряли половину своих национальных богатств, Советский Союз – одну треть [3]. Возможно, благодаря коллективной исторической памяти уже 75 лет европейцы не допускают в своем регионе масштабных кровавых войн.

#### *Библиографический список*

1. Праздничные мероприятия 9 мая. – URL: <https://vsegoda.com/meropriyatiya-9-maya-v-moskve/> (дата обращения: 15. 10. 2020).
2. Pasynkiewicz S. Opowieść o rodzie Pasynkiewiczów. Część II. – Warszawa, 2012.
3. Великая Отечественная война. 1941–1945. – М. 2009–2014. – Т. 1–9.

УДК 338.49

В. И. Шилков, Ю. В. Аникин  
(V. I. Shilkov, Y. V. Anikin)  
УрФУ, Екатеринбург  
(UrFU, Yekaterinburg)

**ИНФРАСТРУКТУРЫ ГОРОДОВ:  
ПРОБЛЕМЫ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ  
(INFRASTRUCTURE OF CITIES:  
PROBLEMS OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT)**

*В статье показано на основе системного подхода и стратегического анализа, что решение многих социально-экономических проблем городов (транспорт, энергетика, жилищно-коммунальное хозяйство, отходы) связано с созданием надежных и устойчивых городских инфраструктур. Функционирование городов в современных условиях невозможно без учета фактора пандемии и рисков, связанных с цифровизацией.*

*The article shows, based on a systematic approach and strategic analysis, that the solution of many socio-economic problems of cities (transport, energy, housing and utilities, waste) is associated with the creation of reliable and sustainable urban infrastructures. The functioning of cities in modern conditions is impossible without taking into account the pandemic factor and the risks associated with digitalization.*

В настоящее время половина населения планеты, проживает в городах и потребляет три четверти мировых ресурсов. Многие современные столицы, играющие главенствующую роль в жизни отдельных стран, могут быть названы городами, имеющими мировое значение, что обусловлено их решающим вкладом в политическую, экономическую и социальную жизнь не только отдельных стран, но и всего мира.

Следует ожидать, что прогнозируемый в ближайшие десятилетия рост численности городского населения приведет к росту городских проблем, имеющих взаимосвязанный комплексный характер.

К числу таких важнейших перспективных проблем следует отнести проблемы инфраструктуры городов, охватывающей основные критические отрасли жизнедеятельности: транспорт, энергетику, цифровизацию, отходы, жилищно-коммунальное хозяйство. Актуальность и сложность решения проблем, связанных с созданием устойчивых городских инфраструктур, часто обусловлена сложным характером технико-экономических рисков, возникающих в процессе функционирования различных звеньев городской инфраструктуры. Задача создания устойчивых городских структур

может быть решена в рамках реализации концепции так называемых «умных городов» [1].

Термин «устойчивое развитие» был включен в доклад «Наше общее будущее» Всемирной комиссии ООН по окружающей среде и развитию (комиссия Г. Х. Брундтланд) в 1987 г. Он трактовался как развитие, которое «удовлетворяет потребности настоящего времени без ущерба для способности будущих поколений удовлетворять свои собственные потребности» (United Nations, 1987, p. 41). Следует отметить, что сочетание «устойчивое развитие» критиковалось рядом ученых (например, академиком Н. Н. Моисеевым) как противоречивое по своей сути.

Тем не менее этот термин закрепился в политическом и научном обиходе для обозначения сбалансированного роста и развития человечества во взаимодействии с окружающей средой. Так, в «Повестке дня в области устойчивого развития на период до 2030 года» определены 17 Целей устойчивого развития, охватывающих различные аспекты. Среди них выделяется цель 11: «Сделать города и населенные пункты инклюзивными, безопасными, устойчивыми». В этой связи рассмотрение проблемных организационно-технологических факторов городской инфраструктуры позволяет понять, как они влияют на устойчивое функционирование и развитие городов, и провести анализ их влияния на социально-экономическую сферу.

В данной работе авторы использовали общие методы системного анализа объектов инфраструктуры некоторых крупных городов и городских агломераций. Авторы исходили из предположения, что устойчивость города зависит как от материально-физических объектов инфраструктуры, так и от социальной и экологической составляющих такой сложной и динамической структуры, как современный город. Устойчивое развитие отдельных городов должно идти в русле обеспечения как национального направления на устойчивость, так и общемирового тренда. Анализ научных публикаций [2, 3] показывает общность инфраструктурных проблем большинства городов, в том числе тех, которые стремятся к званию «умных городов». Например, в городах, имеющих значительную временную историю, развитие отдельных направлений инфраструктуры затрудняется из-за тесной застройки, устаревших инженерных коммуникаций, дефицита энергетических мощностей. Конечно, крупнейшие города развитых стран обладают неизмеримо большими возможностями (материальные ресурсы, финансы, специалисты, управление), но и у них можно выделить целый ряд проблем, которые мешают им быть устойчивыми. Сюда можно отнести многие социальные (бедность части населения, жилищные проблемы, медицина, преступность) и экологические проблемы (отходы, загрязнение воды, почвы, воздуха, вмешательство в растительный и животный мир на территории населенных мест). Например, по примерным оценкам мировой ВВП на 50 % зависит от биоразнообразия и экосистемных услуг, которые

постоянно снижаются. По мнению авторов, к современным устойчивым инфраструктурам нужно относить такие, которые на протяжении их жизненного цикла приносят не только экономические и социальные выгоды, но и не наносят ущерба окружающей среде.

Часть авторов публикаций [4, 5] отстаивают такую точку зрения, что все проблемы городов можно решить внедрением в их инфраструктуры передовых технологий, в первую очередь информационно-коммуникационных (ИКТ). Однако, на взгляд авторов, экономическая выгода внедрения таких технологий часто противоречит целям устойчивого развития. Так, широкое внедрение автоматизации и роботизации в течение ближайших десятилетий приведет к вытеснению значительного количества рабочих из технологических процессов, оставив их без работы. В лучшем случае потребуются большие финансовые затраты на их переучивание и приобретение новых навыков. Но не во всех странах это полностью воплотится в жизнь, приведет к росту безработицы, экономическим потерям. Еще сложнее может оказаться ситуация с появлением реального искусственного интеллекта, что приведет к вытеснению отдельных специалистов «умственного труда». Свой вклад в увеличение числа безработных и воздействия на экономику внесла и коронавирусная инфекция, последствия которой оцениваются негативно для всех стран. Предполагается, что тенденция к уменьшению бедности в мировом масштабе не только уменьшится, но повернется в обратную сторону.

Одной из важнейших составляющих инфраструктуры города является транспортная составляющая. Эффективное развитие транспортной сети города способствует решению многих городских проблем: занятость населения, демография, грузоперевозки, экология. Анализируя и сопоставляя транспортные проблемы большинства городов, можно прийти к выводам, что часть из них определены предшествующим историческим развитием города, а иногда и ошибочными градостроительными решениями или недооценкой перспектив дальнейшего развития. К изучению транспортных проблем можно подходить с разных точек зрения: технических, экономических, социальных, организационных, экологических. Однако решение их должно носить комплексный, взаимоувязанный характер.

По мнению авторов, одной из важнейших является проблема загрязнения воздуха выхлопными газами. Выбросы загрязняющих веществ не только оказывают серьезный вред здоровью жителей, которое как фактор национального благосостояния часто недооценивается. По данным ВОЗ (2016 г.), 92 % населения земного шара проживают в местах, где загрязнение воздуха превышает предельные значения. Значительный ущерб также наносится городским зеленым насаждениям. Выбросы приводят к загрязнению почвы и городских водоемов. Загрязнение воздуха также способствует возникновению других экологических проблем, таких как глобальное потепление, кислотные дожди, эвтрофикация и разрушение озонового

слоя. С экономической точки зрения меры по борьбе с загрязнением воздуха обычно обходятся значительно дешевле, чем ущерб здоровью и окружающей среде. Например, в Лондоне и Париже активно развивают велосипедную и пешеходную инфраструктуру, ограничивают движение личного транспорта в центре городов, развивают общественный транспорт. На местах старых промышленных зон и пустырях создаются парковые зоны. Это дает определенные результаты, но до «идеала» еще далеко даже в этих городах.

В рамках небольшой статьи трудно охватить многогранные проблемы городских инфраструктур, которые мешают решать проблемы, обозначенные в целях устойчивого развития. На эти проблемы наслаиваются и три важные тенденции современной экономики: деиндустриализация, сервисизация экономики, автоматизация, а также последствия коронавирусной пандемии.

Решение инфраструктурных проблем требует не только внедрения новых технологий и оборудования, подготовки профессиональных кадров по проектированию и эксплуатации инфраструктурных комплексов, но и сотрудничества и координации со стороны всех: от политиков и ученых до практических работников и граждан.

#### *Библиографический список*

1. Martin C., Evans J., & Karvonen, A. (2018). Smart and sustainable? Five tensions in the visions and practices of the smart-sustainable city in Europe and North America. *Technological Forecasting and Social Change*. № 133. – 269–278. – URL: <http://doi:10.1016/j.techfore.2018.01.005>
2. Mora L., Deakin M. & Reid, A. (2019). Strategic principles for smart city development: A multiple case study analysis of European best practices. *Technol. Forecast. Soc. Chang.* № 142. – 70–97. – URL: <https://doi:10.1016/j.techfore.2018.07.035>
3. Cowley, R. & Caprotti, F. (2019). Smart city as anti-planning in the UK. *Environ. Plan. D Soc. Sp.* № 37(3). – 428–448. – URL: <https://doi:10.1177/0263775818787506>
4. Fernandez-Anez V., Fernandez-Guel J. & Giffinger R. (2018). Smart city implementation and discourses: An integrated conceptual model. The case of Vienna. *Cities*. – № 78. – 4–16. – URL: <https://doi.org/10.1016/j.cities.2017.12.004>
5. Jooste A., de Kock I. & Musango J. (2019). A systematic literature review of sustainable urban planning challenges associated with developing countries. *South African Journal of Industrial Engineering*. – № 30(3). – 253–261. – URL: <http://dx.doi.org/10.7166/30-3-2247>

УДК 657.37

И. В. Щепеткина  
(I. V. Shchepetkina)  
УГЛТУ, Екатеринбург  
(USFEU, Yekaterinburg)

**ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ УЧЕТ В КОРПОРАТИВНОЙ  
ОТЧЕТНОСТИ ПО УСТОЙЧИВОМУ РАЗВИТИЮ**  
(ENVIRONMENTAL ACCOUNTING IN CORPORATE REPORTING  
ON SUSTAINABLE DEVELOPMENT)

*Основная цель данной статьи – подчеркнуть роль экологического учета в разработке стратегических инициатив менеджмента в области охраны окружающей среды. Такой ответственный стратегический подход в конечном счете приводит к многочисленной экономии средств, повышению прибыльности и репутации и, наконец, обеспечивает устойчивое развитие корпораций.*

*The main purpose of this article is to emphasize the role of environmental accounting in the development of strategic management initiatives in the field of environmental protection. This responsible strategic approach ultimately leads to numerous cost savings, increases profitability and reputation, and, finally, ensures the sustainable development of corporations.*

Повышенная осведомленность о необходимости охраны окружающей среды побудила компании уделять гораздо большее внимание публикации отчетов о своих усилиях и деятельности, оказывающих социальное и экологическое воздействие. В последнее время широко распространено мнение, что компании, как и частные лица, представляют собой членов общества, которые получают от этого выгоду, поэтому в то же время они обязаны «отплатить» обществу тем же способом. В связи с этим социально ответственное корпоративное поведение предполагает проведение многочисленных мероприятий по охране окружающей среды и улучшению условий жизни в более широком социальном сообществе (через создание рабочих мест, обучение сотрудников, благотворительность и т.д.). Такой ответственный стратегический подход в долгосрочной перспективе должен обеспечить устойчивое развитие компании и повышение ее стоимости. Другими словами, это означает, что экономическое развитие уже не является достаточным само по себе и что за ним должна последовать защита природных ресурсов и окружающей среды, с тем чтобы компании могли достичь долгосрочного устойчивого развития и продемонстрировать ответственность перед будущими поколениями. Поэтому компании, как основные загрязнители окружающей среды, начинают с более интенсивной пуб-



ликации обязательных или добровольных отчетов о своей деятельности с экологическим воздействием. Такая новая и широкая концепция отчетности, основанная на удовлетворении широкого круга социальных интересов, подразумевает, что расходы, связанные с человеческими ресурсами и охраной окружающей среды, не могут рассматриваться как издержки, а являются инвестициями в будущее и источником инноваций.

Как естественное следствие возросших требований к отчетности, экологический учет был недавно разработан в качестве инструмента подготовки экологических отчетов, требуемых различными внутренними и внешними заинтересованными сторонами.

Основная задача, стоящая перед экологическим учетом, заключается в поиске путей выхода за рамки традиционной бухгалтерской практики и создании адекватных инструментов подготовки финансовой и нефинансовой информации о деятельности, оказывающей воздействие на окружающую среду, которые необходимы для принятия решений.

Сегодня экологический учет играет значительную роль в корпоративной отчетности по устойчивому развитию. Эта роль возрастает в связи с усилением международного и национального регулирования в области охраны окружающей среды, что вынуждает крупнейшие компании готовить все более требовательные отчеты об устойчивости своего бизнеса. Эти отчеты могут быть составлены в обязательном или добровольном порядке, но добровольный характер корпоративных отчетов об устойчивом развитии несет в себе риск выборочного и неполного раскрытия информации о последствиях деятельности компании.

Экологический учет в широком смысле можно определить как совокупность правил и методов измерения воздействия деятельности фирмы на окружающую среду и включения полученной информации в процесс принятия решений и систему отчетности [1].

Учитывая тот факт, что экологический учет имеет возможность предоставлять как финансовую, так и нефинансовую информацию, существует необходимость разделения экологического учета на экологический финансовый учет (ЭФУ) и экологический управленческий учет (ЭУУ).

ЭФУ в основном фокусируется на отражении затрат по экологическим обязательствам и других финансово-материальных затрат, доходов и активов, которые соответствуют критерию признания. Однако запросы внешних заинтересованных сторон о раскрытии экологической информации привели к существенным изменениям в практике финансовой отчетности. В частности, в последнее время инвесторы должны быть лучше информированы о корпоративной экологической деятельности, чтобы защитить свои инвестиции от будущих издержек, которые могут возникнуть в результате текущих экологических рисков. Сегодня глобальные финансовые рынки можно использовать для повышения устойчивости мировой экономики, оценивая фирмы на основе их экологического поведения и издержек,

что может мотивировать компании к улучшению экологической отчетности в обмен на доступ к рынкам капитала.

Традиционный финансовый учет, как представляется, не подходит для представления экологической отчетности, поскольку он не предназначен в первую очередь для учета экологических последствий деятельности фирм. Поэтому неудивительно, что финансовый учет часто признается как система, которая имеет мало общего с экологическими проблемами или, что еще хуже, как практика, в которой «отчетные показатели прибыли в финансовой отчетности лежат в самом сердце экологического кризиса».

С другой стороны, ЭУУ – это система инструментов и методов, направленных на выявление и измерение воздействия корпоративной деятельности на окружающую среду с точки зрения затрат и выгод. Она должна помочь руководителям принимать более эффективные экологические решения на стратегическом, оперативном и продуктовом уровнях, предоставляя им соответствующую информацию о затратах, выгодах и общих последствиях предпринимаемых или планируемых мероприятий.

Существует также предложение о том, что ЭУУ должна быть сосредоточена как на физической информации о потоке вводимых ресурсов (материалы, энергия), так и на выпуске продукции (продукты, отходы, выбросы), а также на денежной информации о соответствующих затратах и выгодах.

Однако часть руководителей считает, что измерение экологических издержек в денежном выражении также может быть затруднено, учитывая нефинансовый характер большинства экологических данных, т. е. использование неадекватных мер для количественной оценки физических затрат и результатов является серьезным ограничением традиционной практики ЭУУ. Поэтому использование недавно разработанных инструментов стратегического анализа затрат, таких как калькуляция жизненного цикла, калькуляция на основе деятельности (ABC), полный учет затрат или Анализ цепочки создания стоимости, может расширить сферу охвата и повысить качество информации об экологических затратах в отличие от традиционных методов измерения.

Несмотря на то, что требования к внешней отчетности, непосредственно связанные с ЭУУ, отсутствуют, ее информация широко используется в компаниях для подготовки дополнительных добровольных отчетов, ориентированных на внешних пользователей. Такие отчеты должны основываться на четко определенных экологических целях и усовершенствованных системах мониторинга прогресса в их достижении путем точного измерения экологических издержек и других показателей. В этом смысле роль ЭУУ заключается в оказании помощи руководству в мониторинге развития корпоративного экологического поведения в направлении устойчивого развития.

Учитывая тот факт, что в своих усилиях по увеличению прибыли и распространению предпринимательской деятельности компании оказывают

негативное воздействие на окружающую среду через загрязнение окружающей среды и потребление ограниченных природных ресурсов, их ответственность традиционно не может ограничиваться только заинтересованными сторонами, такими как инвесторы или налоговые органы.

Корпоративное экономическое развитие в новых условиях само по себе не может быть достаточной целью, поэтому в последние пару десятилетий парадигма устойчивого развития провозгласила принятие более широкой ответственности перед социальным сообществом, природной средой и даже будущими поколениями, которые однажды потребуют «ответственности». Соответственно экономическое развитие, которое в конечном счете привело к разрушительным последствиям для окружающей среды, трансформировалось в концепцию устойчивого развития, что должно обеспечить будущий экономический успех компаний за счет устранения негативного воздействия на окружающую среду, сохранения природных ресурсов и повышения качества жизни населения.

Поэтому обязательные или добровольные отчеты о социальном и экологическом воздействии деятельности компаний, которые все чаще публикуются в последние годы, в большинстве случаев называются корпоративными отчетами по устойчивому развитию, хотя они могут быть представлены в широком диапазоне других терминов.

Обязательные отчеты (или выборочная информация в годовых отчетах) возникают в результате усиления международных и национальных норм в области охраны окружающей среды, разработанных национальными правительствами и международными органами, такими как ЕС и ООН, в форме законов, директив или руководящих принципов.

С другой стороны, компании все чаще публикуют полностью добровольные отчеты о своем экологическом воздействии и устойчивом развитии, понимая, что они оказывают положительное влияние на общественное восприятие корпоративного имиджа и репутации.

Исследования показали, что добровольные отчеты чаще всего готовятся крупными и политически чувствительными компаниями (относящимися к нефтяной, газовой или нефтехимической промышленности), деятельность которых оказывает наибольшее воздействие на окружающую среду.

Корпоративная отчетность по устойчивому развитию может быть частью годовых отчетов, независимых отчетов, веб-сайтов компаний и т. д., но в последнее время многие крупные компании публикуют независимые (отдельные, автономные) отчеты, посвященные экологическим и социальным вопросам.

Следует отметить, что подготовка самостоятельных отчетов часто является дорогостоящим и сложным процессом, учитывая проблемы использования различных описательных и числовых (финансовых и нефинансовых) показателей эффективности. Этот документ будет включать только экологический аспект отчетности об устойчивом развитии, который, веро-

ятно, является наиболее важным, учитывая последствия увеличения загрязнения, изменения климата и нехватки планетарных ресурсов. В этом контексте предметом отчетности может быть любая деятельность, влияющая на состояние окружающей среды путем предотвращения, устранения или сведения к минимуму вредных последствий. Эти виды деятельности относятся к потреблению ресурсов, хранению запасов, эффективности производства и распределения, удалению отходов, выбросам опасных веществ, утилизации и рециркуляции продукции, шуму, радиации, санитарной очистке промышленных объектов и т.д.

Важно подчеркнуть, что добровольный характер корпоративных отчетов об устойчивом развитии несет в себе риск выборочного и неполного раскрытия информации о последствиях деятельности компании. Поэтому есть необходимость более четкого регулирования содержания добровольных отчетов, с тем чтобы обеспечить сопоставимость и повысить ответственность за представленную информацию. В этом смысле корпоративная отчетность по устойчивому развитию должна указывать, как компании предотвращают, устраняют или смягчают вредное воздействие на окружающую среду, вызванное их деятельностью, и что они намерены предпринять в связи с этим в следующем периоде.

В области совершенствования формирования добровольных (необязательных) экологических отчетов существенное значение имеют усилия многочисленных некоммерческих и неправительственных организаций, направленные на установление всеобъемлющих рамок корпоративной отчетности по устойчивому развитию и уточнение того, как компании должны раскрывать многочисленные экологические и социальные вопросы. Среди таких организаций особо следует отметить GRI (Global Reporting Initiative), SRG (Sustainability Reporting Guidelines) и международную организацию по стандартизации с рядом стандартов ИСО.

Появление экологической отчетности, естественно, поставило перед бухгалтерским учетом совершенно новые задачи. Она должна была обновить свое информационное предложение и создать новые подходы и методы отчетности, чтобы обеспечить поддержку новых концепций отчетности.

### *Библиографический список*

1. Уиллер Д., Элкингтон Дж. Экологическая и социальная отчетность последних лет. – URL: [www.soc-otvet.ru/](http://www.soc-otvet.ru/) (дата обращения: 07.11.2020).

## СОДЕРЖАНИЕ

<i>Газеев М. В., Сафронов А. И.</i> Научно-исследовательская работа УГЛТУ	3
---	---

**ПРОБЛЕМЫ РАЦИОНАЛЬНОГО ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ  
И ОЗЕЛЕНЕНИЯ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ**

<i>Абраменко В. В., Бунькова Н. П.</i> Состояние среды лесопаркового кольца города Екатеринбурга методом флуктуирующей асимметрии ....	10
<i>Акишкова Н. А.</i> Влияние регуляторов роста на рост микропобегов ( <i>Охусоссус Масросарпус</i> ) на искусственных питательных средах .....	14
<i>Архипов Е. В., Новокионов И. В., Панин И. А.</i> Горимость лесов в государственном национальном природном парке «Бурабай» и пути ее минимизации .....	16
<i>Аткина Л. И.</i> Анализ степени благоустройства береговой территории реки Исети в границах города Екатеринбурга .....	20
<i>Байтурина Р. Р., Коновалов В. Ф., Габделхаков А. К.</i> Лесовосстановление в республике Башкортостан .....	24
<i>Барко Ф. Ю., Шилова В. Д., Денеко В. Н.</i> Некоторые особенности выращивания растений на рекультивационных землях .....	29
<i>Бастаева Г. Т., Молчанова А. С., Лявданская О. А.</i> Платовская лесная дача – памятник природы Оренбургской области .....	34
<i>Бастаева Г. Т., Нирян Ю. Л.</i> Биоразнообразие растений дендрологического сада ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный аграрный университет» .....	38
<i>Башегуров К. А., Годовалов Г. А., Жижин С. М., Залесов С. В.</i> Соотношение способов лесовосстановления на территории лесного фонда Российской Федерации .....	43
<i>Беляев Т. А., Нагимов З. Я., Шевелина И. В.</i> Осина в лесном фонде Пермского края .....	46
<i>Беседина А. В., Акоюн Г. А.</i> Анализ лесовозобновительных процессов в сосновых насаждениях березического лесничества национального парка «Угра» .....	51
<i>Бессчетнова Н. Н., Бессчетнов В. П., Вышегородцев А. В., Широков А. И.</i> Пигментный состав хвои тиса при интродукции в Нижегородской области .....	55
<i>Вайс А. А.</i> Возрастные особенности чистых березовых насаждений южной части средней Сибири .....	59
<i>Воронцова К. А., Сродных Т. Б.</i> Новые скверы Екатеринбурга – особенности планировки и ассортимент растений .....	64
<i>Гавва И. Н., Капралов А. В., Григорьева А. В.</i> Оценка шумогасящей роли защитных лесных насаждений вдоль железнодорожных путей .....	71

<i>Герц Э. Ф., Мехренцев А. В., Уразова А. Ф., Стариков Е. Н.</i>	
Особенности развития лесного территориально-производственного кластера Свердловской области .....	75
<i>Герц Э. Ф., Уразова А. Ф., Азаренок В. А.</i> Перспективы внедрения	
малогабаритных ЛЗМ для работы под пологом древостоя .....	80
<i>Давтян Д. Х., Угрюмов С. А.</i> Использование элементов фитодизайна	
при проектировании интерьера .....	86
<i>Дегтярев А. И., Барайщук Г. В., Шевченко Н. Ю.</i> Влияние стимулято-	
ров корнеобразования на укоренение зеленых черенков можжевельни-	
ка обыкновенного .....	91
<i>Дегтярев А. И., Шевченко Н. Ю., Короткова А. В.</i> Размножение ореха	
маньчжурского <i>Juglans Mandshurica</i> в условиях Западной Сибири .....	95
<i>Дроздецкий М. С., Чермных А. И.</i> Возрастная структура сосняков же-	
лезнодорожного лесопарка города Екатеринбурга .....	99
<i>Дружинин Ф. Н., Дружинин Н. А., Корякина Д. М., Кашурина Я. В.</i>	
Комплекс мер по улучшению состояния особоохраняемой природной	
территории местного значения парк Мира.....	102
<i>Ермакова М. В.</i> Пространственная и возрастная структура молодняков	
на гаре-вырубке и вырубке сосняка брусничникового .....	107
<i>Жигулин Е. В., Гоф А. А., Магасумова А. Г., Оплетев А. С.</i> Причины	
отпада лесных культур, созданных сеянцами с закрытой корневой	
системой .....	111
<i>Залесов С. В., Платонов Е. П.</i> К вопросу о необходимости совершен-	
ствования нормативно-правовых актов по вопросам лесопользования...	115
<i>Зарубина Л. В., Беляков Д. В.</i> Естественное возобновление на вырубках	
ельников зеленомошной группы типов леса в условиях Вологодской	
области .....	119
<i>Захаров В. П., Коротков С. А.</i> Некоторые закономерности естественного	
возобновления леса после катастрофических нарушений древостоя в	
Орехово-Зуевском лесничестве Московской области .....	124
<i>Зубова Ю. А., Зубова С. С.</i> Оценка качества среды по асимметрии	
листьев <i>Betula Pendula</i> в г. Березняки .....	127
<i>Иванов В. В.</i> Формирование навыков рационального природопользова-	
ния в процессе подготовки операторов многооперационных лесозаго-	
товительных машин на кафедре ТОЛП .....	131
<i>Клинов А. С., Чермных А. И.</i> Анализ насаждений Шарташского	
лесопарка г. Екатеринбурга Свердловской области .....	136
<i>Коковин П. А., Беляев Е. В.</i> Перспективы использования беспилотных	
летательных аппаратов для целей управления земельными ресурсами...	140
<i>Коновалова Д. А., Братилова Н. П.</i> Рост 41-летней сосны кедровой	
сибирской разных форм в плантационных культурах пригородной	
зоны Красноярска .....	145

<i>Копылов П. В.</i> Исследование типологии элементов озеленения Садового кольца Москвы, его нормативных балансовых показателей....	149
<i>Кочергина М. В., Юдина А. С.</i> Видовое разнообразие кустарников в парковых насаждениях города Воронежа .....	155
<i>Кряжевских Н. А., Панин И. А., Луганский В. Н.</i> Состояние лесовосстановления на площадях, пройденных сплошными рубками в условиях ельника липнякового .....	160
<i>Лисотова Е. В., Сунцова Л. Н., Иниаков Е. М.</i> Оценка состояния насаждений <i>Populus Balsamifera L.</i> в условиях техногенной среды г. Красноярск .....	163
<i>Ломов В. Д., Звездин Ю. В.</i> Некоторые экологические особенности подроста кедра корейского .....	167
<i>Луганский В. Н., Годовалов Г. А.</i> Корректность оценки пожарной опасности по условиям погоды в лесах ГКУ СО «Берёзовское лесничество».....	169
<i>Луганский В. Н., Годовалов Г. А., Кряжевских Н. А.</i> Сравнительный анализ потенциальной и фактической горимости лесов ГКУ СО «Берёзовское лесничество» .....	174
<i>Луганский В. Н., Нагимов З. Я.</i> Оценка некоторых агрохимических свойств почв г. Уфы .....	179
<i>Мартынова Н. В.</i> Водоудерживающая способность листьев у некоторых представителей семейства маслиновые ( <i>Oleaceae. L</i> ) на территории Нижнего Новгорода .....	184
<i>Мезенина О. Б., Кузьмина М. В., Михайлова А. Д., Прокопьева Е. А.</i> Экологические показатели для оценки возможности использования лесных участков .....	187
<i>Мехренцев А. В., Уразова А. Ф.</i> Экологические аспекты рационального природопользования в оценке роли трансграничных лесов Евразии .....	193
<i>Нагимов З. Я., Здорнов И. А.</i> Особенности роста древостоев различных пород в придорожных защитных лесных полосах Северного Казахстана .....	198
<i>Нагимов З. Я., Шевелина И. В., Шомин А. И., Лузянина М. Р.</i> Биометрические показатели саженцев сосны сибирской в сквере «Дружба» УГЛТУ .....	202
<i>Некрасова Л. С., Лобко А. Ю.</i> Кровососущие комары Висимского государственного биосферного заповедника .....	205
<i>Норматов А. А., Худайназарова Н. Х., Луганский В. Н.</i> Лесовосстановление в предгорной и низкогорной зонах Узбекистана: возможности, проблемы, пути решения и перспективы .....	209
<i>Орехова О. Н., Соловьев В. М., Воробьева Т. С.</i> Проблемы озеленения городов и пути их решения .....	213

<i>Осипенко А. Е., Осипенко Р. А.</i> Влияние добровольно-выборочных рубок на сосновые древостои в Алтае-Новосибирском районе лесостепей и ленточных боров .....	216
<i>Осипенко Р. А., Осипенко А. Е., Башегуров К. А., Жижин С. М., Мельникова К. В.</i> Обеспеченность подростом сосны обыкновенной насаждений различных формаций .....	219
<i>Панин И. А.</i> Динамика изменения ресурсов ягодных кустарничков в ходе сукцессии на полигонах добычи драгоценных металлов .....	225
<i>Панин И. А., Кряжевских Н. А.</i> Определение весовых показателей запасов лекарственных растений по проективному покрытию в подзоне южной тайги Свердловской области .....	228
<i>Панкратов В. К., Рахимжанов А. Н., Магасумова А. Г.</i> Омоложение вязово-кленовых насаждений рубками ухода .....	232
<i>Рахимжанов А. Н., Оплетаев А. С.</i> Опыт создания зеленых насаждений вокруг г. Нур-Султана .....	235
<i>Сарапкина Е. В.</i> Роль пылефильтрующей способности древесных растений в производстве экосистемных услуг городских насаждений...	239
<i>Сергеева А. С., Беляева Н. В.</i> Влияние почвенного плодородия на формирование лесных фитоценозов на землях, пройденных пожаром в Ленинградской области .....	241
<i>Симоненкова В. А., Симоненкова В. Н.</i> Особенности агротехники выращивания некоторых интродуцентов в условиях Южного Предуралья .....	245
<i>Симоненкова В. А., Симоненков В. С.</i> Особенности естественного возобновления рода <i>Populus</i> в лесопарке «Зауральная роща» г. Оренбурга .....	249
<i>Слюсарев Д. А., Маслова О. В., Маслова А. Е., Игнатенко Е. А., Сенько А. М.,</i> Проращивание семян просо ( <i>Panicum Miliaceum</i> ) при варьировании состава подпиток .....	253
<i>Сродных Т. Б., Медведева Е. Ю.</i> Особенности формирования ассортимента растений для озеленения города Екатеринбурга.....	258
<i>Суслина М. А., Сунцова Л. Н., Иншаков Е. М.</i> Флуктуирующая асимметрия листьев черемухи маака, как показатель экологического состояния города Красноярска.....	262
<i>Тишкина Е. А., Тихонов А. В.,</i> Особенности развития <i>Chamaecytisus Ruthenicus</i> (Fisch. ex Wol.) Klask. в природных и антропогенных ландшафтах Режевского района Свердловской области .....	266
<i>Уразова А. Ф.</i> Оценка качества технологического процесса заготовки сортиментов харвестером .....	270
<i>Усольцев В. А., Цепордей И. С.</i> Формирование базы данных о квалиметрии древесины лесов Евразии: актуальность и перспективы...	276



<i>Фомин В. В., Ундерских М. Г.</i> Применение реанализов в оценке пространственно-временной динамики температуры воздуха на Урале и западной Сибири в середине XX – начале XXI веков .....	279
<i>Фролова В. А., Чернышенко О. В.</i> Городские зеленые насаждения как поставщики чистого воздуха .....	284
<i>Фролова Т. И., Бажуткин А. П., Ромашкина Е. А.</i> Анализ системы озеленения города Бузулук Оренбургской области .....	288
<i>Хужаев О. Т., Султанов Р. А., Мухсимов Н. П., Назарова О. Ж.</i> Главнейшие вредители и болезни пустынных кормовых растений и меры борьбы с ними .....	293
<i>Чернышов М. П.</i> Воспроизводство дубрав в Центральном Черноземье .....	299
<i>Чураков Р. А., Чураков Б. П.</i> Естественное возобновление дуба в лесах Ульяновской области .....	304
<i>Шевелина И. В., Кожевников М. Р., Ахмадалиева А. М., Лузянина М. Р.</i> Использование калибровочного слайда Levenhuk Med при оценке площади поверхности хвои .....	308

## ТРАНСПОРТНЫЕ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ: СТРОИТЕЛЬСТВО, АВТОМАТИЗАЦИЯ, ПРОЕКТИРОВАНИЕ И ЭКСПЛУАТАЦИЯ

<i>Анастас Е. С., Булдаков С. И.</i> Применение интеллектуальных систем при проектировании дорожных покрытий .....	311
<i>Астафьева О. М., Гасилова О. С., Сидоров Б. А.</i> Реализация программы обеспечения безопасности движения в субъектах УРФО .....	314
<i>Ахатова Р. А., Данилов В. В., Булдаков С. И.</i> Оптимальный подбор техники для укрепления песчаных грунтов портландцементом .....	317
<i>Багров Е. Е., Смирнов В. О., Исламов Н. С., Чернышев Д. О., Крюкова М. А.</i> Преимущество электромагнитной подвески над пружинной ....	322
<i>Байдалина Е. Ю., Булдаков С. И.</i> Особенности пористо-мастичного асфальтобетона.....	325
<i>Бахирев Д. Е., Чудинов С. А.</i> Применение цветных асфальтобетонных смесей в строительстве автомобильных дорог .....	328
<i>Белоногова Н. А., Вохмянин Н. А., Тарабан М. В.</i> Использование уплотнённой древесины в домостроении и иных хозяйственных областях ....	331
<i>Бормотов М. В., Сирота А. В., Дроздов А. Д., Власов А. Г., Булдаков С. И.</i> Зарубежный опыт исследований, измерения модуля упругости связанных и несвязанных грунтов земляного полотна .....	334
<i>Бровкин С. А., Шувалова В. А., Токмашев А. А., Еналеева-Бандура И. М.</i> О влиянии уровня развития транспортной сети на эффективность лесовосстановительных мероприятий .....	338

<i>Власов Е. Н., Епифанова А. Ю., Добрынин Ю. А.</i> Влияние профиля поверхности поля на работу машинно-тракторного агрегата .....	341
<i>Воронцова Т. Е., Баранов А. Н., Нечаева О. В.</i> Повышение эффективности лесотранспортной системы за счет использования рациональной технологии транспорта .....	346
<i>Гороховский А. Г., Шишкина Е. Е., Мяслицин А. В.</i> Оптимизация сушки пиломатериалов в камерах непрерывного действия .....	351
<i>Горяева О. В., Чудинов С. А.</i> К вопросу проектирования малых искусственных сооружений с учетом местных условий .....	354
<i>Демидов Д. В., Лазарев Е. А., Полушин Е. А.</i> О классификации дорожно-транспортных происшествий с участием средств индивидуальной мобильности .....	358
<i>Демидов Д. В., Лазарев Е. А., Полушин Е. А.</i> О проверке умения прогнозирования аварийных дорожно-транспортных ситуаций при проведении оценки подготовленности водителей автотранспортных средств к выполнению трудовых функций .....	361
<i>Демидов Д. В., Решетников К. В., Сидоров Б. А.</i> Анализ классификации опрокидываний автотранспортных средств и обстоятельств, способствующих опрокидываниям автотранспортных средств .....	366
<i>Демидов Д. В., Решетников К. В.</i> О классификации дорожно-транспортных ситуаций, приводящих к опрокидываниям грузовых автотранспортных средств .....	369
<i>Дроздов А. Д., Бормотов М. В., Сирота А. В., Моор Е. В., Булдаков С. И.</i> Моделирование процесса формирования растительного покрова дорожных обочин .....	376
<i>Исаков С. Н., Калмыков Д. С.</i> Цифровые двойники оборудования массоподводящей системы .....	379
<i>Карабутова И. А., Булдаков С. И.</i> Определение основных параметров эффективности устройства асфальтобетонных покрытий лесовозных дорог .....	383
<i>Карев Б. Н., Волков А. А.</i> Об определении величины времени нарастания замедления и величины замедления в условиях ДТП для автомобилей, оснащенных ABS .....	387
<i>Кочеткова А. В., Чудинов С. А.</i> Применение инновационных материалов и технологий при строительстве платных автомобильных дорог .....	390
<i>Кручинин И. Н., Кузнецов М. А., Кручинина Е. И.</i> Восстановление нарушенного благоустройства на инженерных сетях мегаполисов .....	393
<i>Крюкова М. А., Чернышев Д. О., Бедин В. А., Михайлов А. С.</i> Электромобиль. Преимущество электродвигателя над двигателями внутреннего сгорания.....	397

<i>Крюкова М. А., Чернышев Д. О., Шипицын Н. С., Казанцев И. С.</i>	
Утилизация автотранспортных средств .....	400
<i>Кузнецова О. В., Мялицин А. В.</i> Исследование свойств модифицированных древесных композитов .....	403
<i>Кузубина Н. В., Васильев В. В., Исаева К. С.</i> О путях совершенствования технического обслуживания и ремонта оборудования ЦБП .....	406
<i>Михеев А. А., Крюкова М. А., Чернышев Д. О., Пушкарева О. Б.</i>	
Надземный транспорт и его развитие .....	410
<i>Нечаева О. В., Баранов А. Н., Воронцова Т. Е.</i> Технические средства лесотранспортных систем, соответствующие эксплуатационным и экологическим требованиям .....	414
<i>Савсюк М. В.</i> К вопросу о лесных дорогах .....	416
<i>Савченкова О. Н., Чудинов С. А.</i> Технологические требования по укреплению грунтов стабилизирующей добавкой «СЦ» .....	419
<i>Сергеевичев А. В., Овчарова Е. О.</i> К вопросу исследования затупления и самозатачивания абразивных кругов при шлифовании древесины и древесных материалов .....	423
<i>Сирота А. В., Бормотов М. В., Дроздов А. Д., Турушев А. Д., Булдаков С. И.</i>	
Влияние технологических факторов на прочность цементогрунтов в дорожном строительстве .....	426
<i>Строганов Ю. Н., Михеев А. Ю.</i> Применение метода оборотных полуприцепов при выполнении дорожно-строительных работ .....	430
<i>Таймухаметов А. А., Крюкова М. А., Чернышев Д. О.</i> Загрязнение окружающей среды отработавшими газами автомобилей .....	434
<i>Уразова А. Ф.</i> Пути совершенствования качества продукции лесозаготовительных предприятий .....	437
<i>Хрусталева И. В., Сергеевичев В. В.</i> Определение оптимальных параметров установки для прокатки древесины методами нелинейного программирования .....	440
<i>Чащина А. В., Красман К. Н., Крюкова М. А., Чернышев Д. О.</i>	
Экология и утилизация шин .....	443
<i>Чегаев Д. Н., Тарасов Н. С., Булдаков С. И.</i> Автоматизированная система метеорологического обеспечения Свердловской области .....	447
<i>Чернышев Д. О., Крюкова М. А., Проскуряков К. С.</i> Автомобильные лампы и фары .....	451
<i>Чернышев Д. О., Старцева Т. А., Крюкова М. А., Пупышев А. П.</i>	
«Зеленые» технологии в сфере автомобильного транспорта .....	454
<i>Чудинов С. А., Ивонин М. А., Байц Д. А.</i> Технология устройства слоев покрытий и оснований дорожных одежд из золоминеральной смеси ....	459
<i>Чудинов С. А., Маринских Д. М.</i> Применение минерального порошка на основе золы-уноса в составе асфальтобетонных смесей .....	463

<i>Чудинов С. А., Тамбовцева С. И.</i> Опыт производства горячих асфальтобетонных смесей с использованием асфальтогранулята .....	466
<i>Чудинов С. А., Шаламова Е. Н.</i> Техничко-экономическое обоснование эффективности применения укрепленных грунтов.....	469
<i>Чусовитин С. А., Булдаков С. И.</i> Озеленение территорий промышленных предприятий .....	472
<i>Шаров А. Ю.</i> Вопросы ремонта покрытий автомобильных дорог при использовании ресурсосберегающих технологий .....	474
<i>Шаров А. Ю., Ладейщиков К. В.</i> Современный подход к технологическому процессу реконструкции дорог – эффективный ответ на проблемы современности при решении вопроса пропускной способности автомобильных дорог .....	477
<i>Шаров А. Ю., Ладейщиков Н. В.</i> Интеллектуальная транспортная система – эффективный метод интеграции современных информационных и телематических технологий в управлении дорожным движением и эксплуатации дорог .....	482
<i>Шустов А. В., Шустов М. А.</i> Совершенствование классификации промышленной продукции и услуг в области транспортных систем .....	487

## **ПЕРЕДОВЫЕ ЦИФРОВЫЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И СИСТЕМЫ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ И ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА**

<i>Анянова Е. В.</i> Разработка функциональной модели рекультивации земель .....	490
<i>Гарипова А. А., Кручинин И. Н.</i> Имитационное моделирование транспортных связей при ремонте цементобетонных покрытий на предприятиях лесопромышленного комплекса .....	493
<i>Долганов А. Г.</i> Общие проектные решения по применению роботов в лесной индустрии .....	498
<i>Жук К. Д., Свойкин Ф. В., Угрюмов С. А.</i> К вопросу о повышении эффективности лесозаготовок путем совершенствования информационных систем многооперационных лесных машин .....	502
<i>Ковалев Р. Н., Еналеева-Бандура И. М.</i> Информационная поддержка оптимизации лесотранспортных систем с учётом неопределенностей ...	506
<i>Кручинин И. Н., Абрамов Я. И.</i> Информационные технологии в проектировании лесных автомобильных дорог .....	511
<i>Салихова М. Н., Ляхов С. В.</i> Цифровизация лесопромышленного комплекса на основе технологии цифровых двойников .....	516
<i>Салихова М. Н., Побединский В. В., Ляхов С. В.</i> Развитие применения аддитивных технологий .....	521

<i>Шустов А. В.</i> Цифровизация в восстановлении экономики и сфере образования .....	526
---	-----

## ЭКОЛОГИЧЕСКИ БЕЗОПАСНЫЕ И РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ

<i>Бурындин Б. Г., Артёмов А. В., Савиновских А. В.</i> Определение модуля упругости древесных пластиков без добавления связующих .....	529
<i>Галдина Т. Е., Кулаков А. В., Ранцев-Картинов В. А.</i> Экологически чистые технологии по переработке отходов лесозаготовительных и деревообрабатывающих предприятий в нетрадиционный мелиоративный субстрат .....	532
<i>Дрикер Б. Н., Протазанов А. А.</i> Сравнительная оценка ингибиторов коррозии и солеотложений на основе органических фосфонатов .....	537
<i>Захаров П. С., Кулаженко Ю. М., Шкуро А. Е.</i> Древесно-полимерные композиты с измельченными листьями .....	541
<i>Клепалова И. А., Липунов И. Н., Первова И. Г.</i> Обезвреживание фенолсодержащих сточных вод с помощью древесного сорбента .....	545
<i>Маслакова Т. И., Первова И. Г., Маслаков П. А.</i> Исследование влияния матриц-носителей на характеристики индикаторных тест-средств .....	549
<i>Мусихин П. В., Созонова Е. И.</i> Исследование химического состава соломы люпина узколистного .....	553
<i>Оганисян К. А., Газеев М. В., Свиридов А. В.</i> Основы разработки рецептуры лакокрасочного материала для создания защитно-декоративных покрытий на древесине .....	556
<i>Суслов А. В., Плюха Н. И., Шестаков А. В.</i> Рекомендации по фотофиксации мероприятий по заготовке древесины и лесовосстановлению с помощью ГИС технологий.....	559
<i>Тарбеева Н. А., Рублева О. А.</i> Обоснование режимов прессования заготовок из древесины сосны для изготовления облицовочной плитки	563
<i>Тесленко А.Ю., Шишилов О.Ф., Глухих В.В.</i> Получение древесно-слоистого пластика, с использованием карданолсодержащего основания манниха .....	568
<i>Тычинкин И. В., Шишилов О. Ф., Глухих В. В.</i> Влияние лигнина на реакционную способность резольной фенолформальдегидной смол.....	571
<i>Чернышев О. Н., Котелевский В. В.</i> Экологические аспекты утилизации отходов мебельного производства .....	576
<i>Шкуро А. Е., Кулаженко Ю. М., Сёмкин Н. С., Глухих В. В.</i> Получение и свойства композитов с поливинилхлоридным связующим и лигноцеллюлозными наполнителями .....	581

## СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ И ГУМАНИТАРНЫЕ ПРОБЛЕМЫ В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ

<i>Бортникова С. А.</i> Организационно-педагогические условия повышения эффективности оздоровительной работы с населением по месту жительства на базе муниципального физкультурно-спортивного центра.....	585
<i>Бутко Г. П., Малютина Л. В., Поротников П. А., Тихомиров Е. А.</i> Экономический механизм устойчивого управления лесами на основе инновационного развития .....	590
<i>Васильева Е. Ф., Токмашев А. А., Давыдова А. Л.</i> Интегральный подход к определению показателя общей экономической стоимости лесных ресурсов с учетом уровня развития транспортной сети .....	595
<i>Вдовин А. Ю., Рублева С. С.</i> К вопросу о влиянии свойств информации на качество принимаемых управленческих решений (математический аспект) .....	599
<i>Воробьева М. В., Петрикеева И. А.</i> Экологическая составляющая профессиональной подготовки студентов технических вузов .....	604
<i>Деркачева Н. П., Могунова М. Н.</i> Повышение эффективности самостоятельных занятий средствами двигательной активности .....	608
<i>Капустина Ю. А., Ростовская Ю. Н.</i> Подходы к экономической оценке полезных функций леса .....	612
<i>Киселева Л. А.</i> Особенности системы обучения в вузах Чехии (на примере университета Менделя г. Брно) .....	617
<i>Литвинец Е. Ю.</i> Историческая наука и краеведение в условиях глобализации .....	619
<i>Могунова М. Н., Деркачева Н. П.</i> Коэффициент полезного действия форм физической рекреации в период пандемии .....	622
<i>Новикова О. Н.</i> Взгляд на дистанционное обучение: антропологический и социокультурный аспекты .....	626
<i>Пухов Д. Ю.</i> Создание «Нового лесного общества» в Екатеринбурге в период второй русской революции .....	630
<i>Семеновых А. Г., Нефедов А. В.</i> Опыт использования платформы Moodle для преподавания курса физики в УГЛТУ .....	635
<i>Федоровских Е. С.</i> Особенности дистанционного обучения студентов первого курса УГЛТУ .....	639
<i>Хишам М., Чанотей Д., Старыгина Н. Ф.</i> Актуальные проблемы лесного кластера Ганы и Египта .....	643
<i>Чевардин А. В.</i> Российская и польская историческая память о Второй мировой войне .....	646
<i>Шилков В. И., Аникин Ю. В.</i> Инфраструктуры городов: проблемы устойчивого развития .....	648
<i>Щепеткина И. В.</i> Экологический учет в корпоративной отчетности по устойчивому развитию .....	652

